ACADÉMIE DES SCIENCES.

SEANCE DU LUNDI 4 MARS 1929.

PRÉSIDENCE DE M. LOUIS MANGIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Relations simples entre les radiations les plus intenses et les plus hautes des éléments chimiques dans l'atmosphère brillante du Soleil.* Note de M. **H. Deslandres**.

La Note actuelle est la suite d'une Note parue en janvier dernier sous le même titre (¹); elle est consacrée, comme la précédente, aux radiations les plus brillantes et les plus hautes des éléments dans l'atmosphère brillante du Soleil, et à l'accord de leurs fréquences avec les multiples de la fréquence élémentaire 1062,5, désignée par la lettre d_1. Les premiers résultats ont été condensés dans un tableau, auquel le lecteur est prié de se rapporter.

I. Les 16 corps simples dont les raies ultimes ou très fortes sont rattachées dans le tableau à des multiples de d_1 sont les suivants, rangés dans l'ordre des poids atomiques : H, He et He^+, Be^+, O, Na, Mg^+, Si, Ca^+, Sc^+, Ti^+, Cr et Cr^+, Cu, Zn, Sr^+, Y^+, Ba et Ba^+; et les poids atomiques correspondants sont : 1, 4 (9), 16, (23), 24, 28, 40, (45), 48, 52, (63), 64, 88, (89), 138 ou 136.

Les corps, au nombre de 10 dans le tableau, dont le poids atomique est un multiple de 4 ou multiple du poids de l'hélium, sont en majorité; et, d'autre part, l'hydrogène doit être mis à part. Les cinq corps qui restent, distingués par des crochets, forment un second groupe dont les poids atomiques, non divisibles par 4, sont de plus impairs. Dans l'ensemble, les raies les plus fortes et les plus hautes appartiennent au premier groupe et à l'hydrogène.

(¹) *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 20.

On a ajouté dans le tableau d'autres corps : Li, C^{+}, N^{++}, O^{++}, Mg, Si^{+++}, Rb et Cs, dont les raies ultimes, aussi multiples de d_1, ont été signalées non dans la chromosphère du Soleil, mais dans les taches et dans d'autres astres. On a ainsi en tout 21 éléments, différents par le poids atomique, et rattachés à la constante d_1 ; dix de ces éléments ont un nombre atomique supérieur à 20. Or ma première étude de 1924 sur les raies fortes, multiples de d_1, avait porté seulement sur les 20 premiers corps simples. Le nombre des corps qui ont cette propriété est donc augmenté de 10 ; il est en réalité plus grand si l'on met à contribution toutes les données spectrales dont on dispose. Mais cette question sera reprise plus tard.

Le tableau présente seulement 16 corps de la chromosphère alors que Mitchell en a signalé 31 dans le spectre éclair de 1905, et si l'on ajoute les éléments Be et O, décelés en 1900 et 1925, on a un total de 33 corps. La différence tient à plusieurs causes. Certains éléments ont leur raie ultime dans la partie non observable du spectre solaire ; c'est le cas de Mg neutre, dont la raie ultime est très voisine de 33 d_1. La dispersion des appareils qui ont jusqu'ici donné le spectre éclair est insuffisante, au moins pour la partie basse de la chromosphère dont les raies sont nombreuses et très rapprochées. Enfin, pour plusieurs corps simples de Mitchell, et, en particulier, pour les dix terres rares de son relevé, l'étude du spectre est encore incomplète ; les raies ultimes ne sont pas déterminées. Les lacunes des spectres, il est vrai, sont comblées peu à peu ; et récemment Meggers a annoncé les raies ultimes probables de Hf et Hf^{+} ; leurs fréquences se rattachent à des multiples de d_1.

Quoi qu'il en soit, le tableau précédent comprend les raies les plus fortes et les plus hautes de la chromosphère. Toutes les raies d'un même corps y sont représentées par sa raie ultime et parfois en plus par des raies pénultimes. Ainsi l'hydrogène qui n'a pas la raie la plus forte, mais le plus grand nombre de raies fortes et hautes, est représenté par la raie infrarouge, dite de Paschen. Cependant quelques raies d'intensité et de hauteur moyennes, mais intéressantes, comme les raies de Mg et Ca neutres, se trouvent en dehors du tableau. Je montrerai plus loin qu'on peut les y rattacher, en faisant intervenir non plus seulement les multiples de d_1, mais les sous-multiples d_1/n, n étant petit.

II. La chromosphère a ceci de particulier qu'elle contient en porportion notable les gaz hélium et hydrogène qui ont la propriété de modifier le spectre des corps illuminés avec eux. Ces mêmes gaz émettent aussi avec force leurs radiations caractéristiques, bien que les potentiels d'excitation et d'ionisation soient fort élevés. Il y a là une anomalie, notée par Russell comme inexplicable. Or l'étude continue du Soleil et des perturbations

magnétiques m'a conduit à admettre la présence constante de corps radio-actifs dans les couches voisines de la surface; il en résulte une émission constante de particules α ou d'atomes He^{++}, et même aussi d'atomes H^+. Ces atomes arrivent dans l'atmosphère déjà ionisés; ils apportent eux-mêmes l'énergie nécessaire.

L'action d'une atmosphère d'hélium sur les spectres de plusieurs corps a été étudiée dans le laboratoire par Merton et Johnson. Avec le carbone, en présence de l'hélium, la raie ultime de $C^+ \lambda 4267$ ($\nu = 22 d_1 + 53$) est affaiblie, alors que la raie de $C^+ \lambda 3921$ ($\nu = 24 d_1 - 1,5$) est, au contraire, renforcée; en même temps, la raie ultime de C neutre $\lambda 2478$ ($\nu = 38 d_1 - 41$) reste très intense et une raie ordinairement faible de C, $\lambda 5380$ ($\nu = 17 d_1 + {}^1/_2 d_1 - 12$), devient forte. L'hélium met en relief une raie rattachée à un multiple de $d_1/2$. Déjà, en 1924, j'avais noté que, des deux raies les plus fortes du carbone dans l'ultraviolet extrême, l'une était un multiple de d_1 et l'autre un multiple presque exact de $d_1/2$, $\lambda 1335$ ($\nu = 70 d_1 + {}^1/_2 d_1 + 3$). L'action de l'hélium sur le second spectre de l'hydrogène a été aussi examiné; l'effet est complexe, les raies modifiées étant très nombreuses; celle qui, de toutes, paraît la plus renforcée est $\lambda 5766,08$ ($\nu = 16 d_1 + {}^1/_3 d_1 - 16$) [1].

Les faits précédents ont été présentés par les auteurs comme des faits isolés, inexplicables; je montre ici tout au moins leur liaison avec la constante d_1. De plus, dans le spectre éclair, la raie la plus forte de Mg, $\lambda 3838$, raie seulement péuultime, mais renforcée nettement par rapport à la raie verte $\lambda 5184$, est un multiple de $d_1/2$. La raie ultime de Ca et les raies têtes de série, indiquées par Fowler, sont rattachées à $d_1/4$; de même, aussi la raie ultime de Al. Toutes les raies maxima des multiplets dans V sont liées à $d_1/2$ et les raies fortes de He, Mg^+, Cr et Mn, plutôt à $d_1/3$. Enfin, fait important, l'hydrogène liquide, qui, de tous les liquides, est le plus simple, a donné récemment avec l'effet Raman (Mac Lennan et Mac Leod) sa raie fondamentale, dont la fréquence $\nu 354$ est exactement égale à $d_1/3$ [2].

J'ai été ainsi conduit à rapprocher les raies principales des spectres de lignes et les multiples de d_1/n (n étant petit), comme je l'ai fait déjà en 1925

---

[1] Voir *Proc. Roy. Soc.*, **96**, 1919, p. 385; **103**, 1923, p. 384; **108**, 1925, p. 343, et *Comptes rendus*, **179**, 1924, p. 1006; **180**, 1925, p. 1454 et 1930; **181**, 1925, p. 265, 387 et 410; **185**, 1927, p. 905, et aussi *Nature* (de Londres) du 2 février 1929. L'action d'une atmosphère d'hydrogène a été étudiée par Crew en 1900; les conclusions sont moins nettes. Avec le magnésium, les raies modifiées étaient aussi des multiples de d_1.

[2] Or j'ai annoncé en 1927 que les raies les plus fortss du second spectre de l'hydrogène sont rattachées à des multiples de $d_1/3$, et aussi probablement à la molécule H_3. Ces faits sont à rapprocher.

pour les spectres de bandes. La raie est rattachée au sous-multiple lorsque la différence entre sa fréquence et le multiple de d_1/n est inférieure ou égale à $d_1/10n$. L'écart limite adopté, évidemment arbitraire, soulève certaines critiques; il est admissible dans une première reconnaissance. Le dénominateur n a montré des différences systématiques lorsqu'on passe d'un atome à l'atome ionisé ou à l'atome suivant; mais la question est ici seulement effleurée.

Dans cet ordre d'idées, j'ai dressé le tableau II ci-dessous, qui comprend les raies intéressantes du spectre éclair, non insérées dans le premier tableau, et rattachées aux multiples de d_1/n. De même que dans le premier tableau, les raies les plus importantes sont dues aux corps simples, dont le poids atomique est un multiple de 4. On a juxtaposé à l'intensité de la raie dans la chromosphère son intensité dans le laboratoire, pour faire ressortir des renforcements curieux. En général, dans la chromosphère, les raies multiples de d_1, $d_1/2$, $d_1/3$ sont renforcées, et celles rattachées à d_1 plus que les deux autres; on peut citer comme exemples les deux raies de Mg et Ti^+. La raie λ 4247 de Sc^+ a été insérée, car elle est forte et même la plus forte de ce corps; mais la raie de Sc^+ λ 3614, la véritable raie ultime d'après Meggers, est dans le premier tableau. Les deux raies de Cr, et aussi les deux dernières de Fe, réunies par un astérisque, sont à noter; elles appartiennent à un même multiplet de Cr et de Fe; or, la raie la plus voisine du multiple de d_1 est la plus faible dans le laboratoire et la plus forte dans la chromosphère, ce qui est attribué à la présence de l'hélium. On pourrait citer de nombreux faits similaires; le tableau II a dû être réduit pour entrer dans le cadre de cette Note.

TABLEAU II SUPPLÉMENTAIRE.

Longueur d'onde λ.	Élément.	Intensité (laboratoire).	Intensité (chromosphère).	Hauteur (en km).	Fréquence ν vide. Multiple de d_1 et résidu.
5184...	Mg	125	25	1200	$19286 = (18 + 1/6)d_1 - 16$
3838...	Mg	100	40	7000	$26046 = (24 + 1/2)d_1 + 14$
3962...	Al	100	20	2000	$25236 = (23 + 3/4)d_1 + 1$
4227...	Ca	500	25	5000	$23652 = (22 + 1/4)d_1 - 12$
4247...	Sc^+	100	30	6000	$23540 = (22 + 1/6)d_1 - 12$
3759...	Ti^+	200	45	6000	$26593 = 25\,d_1 + 31$
3685...	Ti^+	250	40	6000	$27128 = (25 + 1/2)d_1 + 35$
4379...	V	150	3	450	$22829 = (21 + 1/2)d_1 - 14$
{ 4275...	Cr	400	20	800	$23386 = 22\,d_1 + 11$
{ 4254...	Cr	500	15	600	$23499 = 22\,d_1 + 124$
4031...	Mn	200	12	750	$24802 = (23 + 1/3)d_1 + 11$
3860...	Fe	300	20	6000	$25900 = (24 + 2/5)d_1 - 25$
{ 3735...	Fe	300	2	750	$26767 = (25 + 1/5)d_1 - 7$
{ 3764...	Fe	100	4	1000	$26561 = 25\,d_1 + 1$

Finalement, d'autres causes que celles invoquées jusqu'ici doivent intervenir pour déterminer l'intensité des raies spectrales, et peut-être aussi leur fréquence. Elles sont liées vraisemblablement à la fréquence 1062,5, à la présence de noyaux d'hélium et d'hydrogène dans le voisinage, à l'arrangement des mêmes noyaux élémentaires dans le noyau de l'atome plus lourd, et aux forces encore mal connues qui agissent, aux très petites distances, entre les électrons, les protons et noyaux d'hélium, entre les atomes et molécules.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur le rubrène. Action des acides.* Note [1] de MM. **Charles Moureu, Charles Dufraisse** et **Léon Enderlin.**

Nous avons indiqué précédemment [2] que lorsqu'on traite le rubrène par l'acide iodhydrique il se transforme rapidement en un isomère incolore qui a reçu le nom de pseudorubrène, en même temps qu'il y a libération d'iode en quantités variant beaucoup d'une expérience à une autre, et nous avons souligné tout ce qu'avait d'inexplicable cette réaction. Il nous a paru, du point de vue de la connaissance de la constitution du rubrène, très important de l'élucider. Le travail antérieur a donc été repris. Une étude systématique de l'action de l'acide iodhydrique a été faite, ainsi que celle d'une série d'autres acides.

Action de l'acide iodhydrique. — On a opéré au sein de différents solvants. On a trouvé que la quantité d'iode libérée variait déjà, pour un même solvant, dans des limites étendues. Nous traitions $0^g,20$ de rubrène, et nous exprimions les proportions d'iode en centimètres cubes de liqueur décinormale d'hyposulfite correspondante.

Avec le benzène, les nombres trouvés ont varié de 1,8 à 3,2. Pour les autres solvants : chloroforme, tétrachlorure de carbone, sulfure de carbone, éthylène trichloré, éthylène tétrachloré, pentachloréthane, éther, tétrahydronaphtalène, décahydronaphtalène, les nombres étaient compris entre 0 et 29. Comme d'ailleurs dans notre premier travail (*loc. cit.*), les quantités d'iode libéré ne présentaient aucune relation quantitative avec celles de rubrène transformé.

Cette libération d'iode paraissant se faire sans hydrogénation corrélative

---

(1) Séance du 25 février 1929.

(2) Ch. Moureu, Ch. Dufraisse et G. Berchet, *Comptes rendus*, 185, 1927, p. 1085.

du rubrène, puisque c'est un isomère du rubrène qui se forme, était quelque chose de vraiment étrange. Pour essayer de nous rendre compte de ce que pouvait devenir l'atome d'hydrogène de HI rendu libre en même temps que l'atome d'iode, nous avons étudié l'action de l'acide iodhydrique sur l'un des solvants, le benzène [1]: on n'a observé aucune libération d'iode, même en faisant durer l'expérience aussi longtemps qu'une expérience ordinaire.

Nous nous sommes alors demandé si l'oxygène de l'air n'était pas l' « accepteur » d'hydrogène, et nous avons exécuté, pour répondre à cette question, une série d'expériences variées : courant de gaz carbonique avec ou sans barbotage dans la liqueur, courant d'air dans les mêmes conditions, etc. On a constaté que l'air exerce une action non douteuse (particulièrement nette quand on opère dans un courant d'air), mais qu'il y a dans tous les cas, avec ou sans air, libération d'iode. Il doit donc se produire une hydrogénation corrélative.

Chaque produit obtenu a été purifié par cristallisation dans le solvant au sein duquel il avait pris naissance. On a ainsi préparé une série de corps incolores, qui ont été, comme le pseudorubrène antérieurement décrit, caractérisés par le phénomène de la double fusion : 1° fusion du corps avec solvant de cristallisation; 2° fusion du corps privé de solvant de cristallisation. Voici les points de fusion observés (le cas de l'éther sera envisagé plus loin) :

Solvant.	Première fusion.	Deuxième fusion.
	°	°
Benzène	210	278
Chloroforme	195	277
Tétrachlorure de carbone	212	276
Sulfure de carbone	218	270
Éthylène trichloré	202	276
Éthylène tétrachloré	230	276
Pentachloréthane	232	278
Décahydronaphtalène	215	278

On voit que les points de la première fusion (corps avec solvant de cristallisation), ainsi qu'on pouvait s'y attendre, sont assez écartés les uns des autres (195° à 232°), tandis que ceux de la seconde (corps sans solvant) se groupent dans le très petit intervalle de 2° (276° à 278°), sauf celui du sulfure de carbone, qui s'écarte sensiblement des autres (270°). Il va de soi

---

[1] Nous avons choisi le benzène parce qu'avec d'autres solvants, tel l'éther, on pouvait supposer la présence de peroxydes susceptibles de libérer l'iode de l'acide iodhydrique.

que les points de fusion, et surtout les premiers (corps avec solvant de cristallisation), devaient être et ont effectivement été pris par une méthode instantanée (bloc Maquenne).

Il importe de signaler que la réaction au sein de l'éther se place tout à fait à part : d'abord par son allure (libération d'une quantité d'iode beaucoup plus forte qu'avec les autres solvants, 15 à 29), et ensuite par le produit résultant, qui ne présente qu'un seul point de fusion, situé aux environs de 230°. Il est possible que cette substance, dont l'étude est en cours, soit, contrairement à ce que nous avions tout d'abord pensé, un produit d'hydrogénation du rubrène, dont la formation expliquerait l'apparition générale d'iode, et qui, pour la plupart des expériences, resterait dans les liqueurs mères de purification du pseudorubrène recueilli.

Action des autres acides. — L'isomérisation du rubrène devait pouvoir être produite par d'autres acides que l'acide iodhydrique. C'est ce qu'en effet nous avons vérifié.

L'acide chlorhydrique gazeux, agissant dans les mêmes conditions que l'acide iodhydrique sur la solution benzénique de rubrène, produit la même transformation du rubrène en pseudorubrène, mais la réaction est beaucoup moins énergique. Il faut environ 5 heures pour décolorer une solution de rubrène que l'acide iodhydrique décolore en quelques minutes.

L'action de l'acide bromhydrique gazeux est analogue, et elle se place par son intensité entre celle des acides chlorhydrique et iodhydrique (décoloration du rubrène en un temps de l'ordre de 1 heure).

Même action encore avec l'acide sulfurique concentré (98 pour 100). Ici elle est énergique : quelques minutes d'agitation avec la solution benzénique de rubrène suffisent à produire la décoloration. La concentration de l'acide a une grande importance : très rapide pour l'acide concentré (98 pour 100), elle n'a sensiblement plus lieu pour l'acide à 75 pour 100.

L'anhydride phosphorique ne produit que très lentement la décoloration (quelques jours).

Les acides formique, acétique, oxalique se sont montrés sans action.

Quant à l'acide nitrique, il produit bien une décoloration, mais la réaction est accompagnée d'une oxydation. Celle-ci est en cours d'étude.

NOMINATIONS.

MM. Émile Picard, B. Baillaud, G. Kœnigs, P. Sabatier, E. Cosserat, L. Guillet sont désignés pour représenter l'Académie aux fêtes du *Septième centenaire de la Fondation de l'Université de Toulouse*.

M. L. Joubin est désigné pour représenter l'Académie au *XIe Congrès national des Pêches et Industries maritimes* qui se tiendra à Dieppe en septembre 1929.

M. E. Roux est désigné pour remplacer M. le Président empêché, dans la Commission chargée de faire, le 25 mars, le classement des candidats à la *Direction de l'Institut national agronomique*.

COMMISSIONS.

Le scrutin pour la nomination des commissions de prix de 1929, ouvert en la séance du 25 février, est clos en celle du 4 mars.

52 cahiers de vote ont été déposés.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

I. Mathématiques : *Prix Francœur.* — MM. Émile Picard, Appell, Painlevé, Hamy, Lecornu, Hadamard, Goursat, Borel, Lebesgue.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. Kœnigs, d'Ocagne.

II. Mécanique : *Prix Montyon, Poncelet, Pierson-Perrin, fondation Henry Bazin.* — MM. Émile Picard, Appell, Sebert, Vieille, Lecornu, Kœnigs, Rateau, Mesnager, N....

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. Goursat, Borel.

III. Astronomie : *Prix Lalande, Damoiseau, Valz, G. de Pontécoulant, La Caille, fondation Antoinette Janssen.* — MM. Émile Picard, Appell, Deslandres, Bigourdan, Baillaud, Hamy, Andoyer, Lebesgue, N....

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. Cotton, Fichot.

IV. Géographie : *Prix Gay, fondation Tchihatchef.* — MM. Douvillé, Mangin, Lallemand, Lecomte, Fournier, Bourgeois, Ferrié, Fichot, Perrier.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. Lacroix, Termier.

V. Navigation : *Prix de six mille francs, Plumey.* — MM. Émile Picard, Sebert, Vieille, Lallemand, Lecornu, Fournier, Bourgeois, Kœnigs, Rateau, Mesnager, Laubeuf, Ferrié, Fichot, Perrier, N....

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. Émile Borel, Charcot.

VI. Physique : *Prix Gaston Planté, Hébert, Henri de Parville, Hughes, fondation Clément Félix.* — MM. Émile Picard, Villard, Branly, Janet, Brillouin, Perrin, Cotton, M. de Broglie, Ch. Fabry.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. Bigourdan, Borel.

VII. Chimie : *Prix Montyon des arts insalubres, Jecker, fondation Cahours, prix Berthelot, Houzeau.* — MM. Schlœsing, Le Chatelier, Moureu, Lindet, Béhal, Urbain, Bertrand, Desgrez, Matignon.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : M. A. Lacroix, Perrin.

VIII. Minéralogie et Géologie : *Prix Delesse, Fontannes, Victor Raulin, Joseph Labbé.*— MM. A. Lacroix, Barrois, Douvillé, Wallerant, Termier, L. de Launay, Depéret, Joubin, Cayeux.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. Mangin, Sabatier.

IX. Botanique : *Prix Desmazières, Montagne, Jean Thore, de Coincy.* — MM. Bouvier, A. Lacroix, Mangin, Costantin, Lecomte, Dangeard, Gabriel Bertrand, Molliard, Blaringhem.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. Flahault, Viala.

X. Anatomie et Zoologie : *Prix Cuvier, fondation Savigny.* — MM. A. d'Arsonval, Bouvier, A. Lacroix, Douvillé, Marchal, Joubin, Mesnil, Gravier, Caullery.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. Mangin, Richet.

XI. Médecine et Chirurgie : *Prix Montyon, Barbier, Bréant, Godard, Mège, Bellion, Larrey, Argut, Charles Mayer.* — MM. A. d'Arsonval, Roux, Branly, Richet, Quénu, Leclainche, Bazy, Mesnil, Vincent, Calmette, N....

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. Bertrand, Desgrez.

XII. PHYSIOLOGIE : *Prix Montyon, Pourat, Philipeaux, Fanny Emden.* — MM. A. d'Arsonval, Roux, Mangin, Richet, Quénu, Mesnil, Gravier.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. Molliard, Caullery.

XIII. *Fonds Charles Bouchard.* — MM. A. d'Arsonval, Roux, Mangin, Branly, Richet, Quénu, Leclainche, Bazy, Mesnil, Gravier, Vincent, Calmette, N.....

XIV. STATISTIQUE : *Prix Montyon.* — MM. Émile Picard, Appell, Lecornu, Lecomte, Borel, M. d'Ocagne, Lebesgue.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. Bigourdan, Breton.

XV. HISTOIRE ET PHILOSOPHIE DES SCIENCES : *Prix Binoux.* — MM. Émile Picard, Appell, Bouvier, Bigourdan, L. de Launay, Richet, Émile Borel.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. M. d'Ocagne, Caullery.

XVI. OUVRAGES DE SCIENCE : *Prix Henri de Parville.* — MM. Mangin, Lecornu, Émile Picard, A. Lacroix, Appell, Moureu, Janet.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. Borel, Gravier, M. de Broglie.

XVII. *Médailles Arago, Lavoisier, Berthelot, Henri Poincaré.* — MM. Mangin, Lecornu, Émile Picard, A. Lacroix.

XVIII. *Prix Gustave Roux, Thorlet, Fondations Lannelongue, Trémont, Gegner, Hirn, Henri Becquerel, Mme Victor Noury.* — MM. Mangin, Lecornu, Émile Picard, A. Lacroix, Appell, Bouvier.

XIX. *Prix fondé par l'État* (*Grand prix des Sciences physiques*). — MM. d'Arsonval, A. Lacroix, Barrois, Douvillé, Le Chatelier, Termier, Dangeard.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. de Launay, Caullery.

XX. *Prix Bordin.* — MM. Émile Picard, Appell, Painlevé, Lecornu, Hadamard, Goursat, Lebesgue.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. Borel, M. d'Ocagne.

XXI. *Prix Lallemand.* — MM. d'Arsonval, Bouvier, Marchal, Richet, Joubin, Mesnil, Gravier.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. Calmette, Caullery.

XXII. *Prix Serres.* — MM. d'Arsonval, Bouvier, Marchal, Charles Richet, Quénu, Leclainche, Joubin, Mesnil, Gravier.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. Molliard, Caullery.

XXIII. *Prix Petit d'Ormoy* (*Sciences mathématiques pures et appliquées*). — MM. Émile Picard, Appell, Painlevé, Bigourdan, Lecornu, Hadamard, Émile Borel.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. Kœnigs, Fichot.

XXIV. *Prix Petit d'Ormoy* (*Sciences naturelles*). — MM. Roux, Bouvier, A. Lacroix, Douvillé, Mangin, Termier, Dangeard.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. Lecomte, Mesnil.

XXV. *Prix Jean-Jacques Berger.* — MM. Émile Picard, d'Arsonval, Roux, A. Lacroix, Bigourdan, Lecomte, Kœnigs.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. Appell, Breton.

XXVI. *Prix Saintour.* — MM. Émile Picard, Appell, Bigourdan, Baillaud, Hamy, Kœnigs, Borel.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. d'Ocagne, Cotton.

XXVII. *Prix Lonchampt.* — MM. d'Arsonval, Roux, A. Lacroix, Mangin, Charles Richet, Leclainche, Gabriel Bertrand.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. Marchal, Mesnil.

XXVIII. *Prix Henry Wilde.* — MM. Émile Picard, A. Lacroix, Bigourdan, Hamy, Kœnigs, Émile Borel, Perrin.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. Moureu, Bertrand.

XXIX. *Prix Helbronner-Fould.* — MM. Mangin, Lecornu, Émile Picard, A. Lacroix, Blondel, Foch, Janet, Breton, M. d'Ocagne, M. de Broglie, Desgrez, Séjourné, Charcot, Helbronner.

XXX. *Fondation Le Chatelier.* — MM. Le Chatelier, Rateau, Charpy, Lumière, Laubeuf, Claude, Guillet.

XXXI. *Fondation Roy-Vaucouloux.* — MM. Roux, Richet, Quénu, Bazy, Joubin, Mesnil, Vincent.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. Gravier, Calmette.

CORRESPONDANCE.

MM. **George D. Birkhoff** et **Guido Castelnuovo**, élus Correspondants pour la Section de Géométrie, adressent des remercîments à l'Académie.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Institut international de Chimie Solvay. *Troisième Conseil de Chimie* tenu à Bruxelles du 12 au 18 avril 1928. *Rapports et Discussions sur les Questions d'actualité.*

2° Georg Mohr. *Euclides Danicus, Amsterdam,* 1672, mit einem Vorwort von Johannes Hjelmslev und einer deutschen Uebersetzung von Julius Pál.

3° Ente autonomo per l'acquedetto pugliese. *Seconda relazione sull'attività dell'Ufficio speciale irrigazione.* Luglio 1925 (IV) - giugno 1928 (VI).

4° *Leçons sur la conductibilité des électrolytes professées à la Sorbonne en* 1927-1928, par E. Darmois. (Présenté par M. Ch. Fabry.)

GÉOMÉTRIE. — *Problèmes d'extremums relatifs aux courbes convexes.* Note de M. **J. Favard**.

M. Bonnesen [1] a attaché une couronne circulaire à une courbe convexe fermée et bornée : c'est, parmi toutes les couronnes dans lesquelles chemine la courbe, celle qui a la plus petite épaisseur.

Soient R et r les rayons de cette couronne ($R \leq r$), désignons par L et S la longueur et la surface intérieure de la courbe, M. Bonnesen a, en même temps, indiqué un procédé de symétrisation permettant, dans des cas assez généraux, de calculer, lorsque R et r sont donnés, le minimum des fonctions

$$f(R, r, L, S)$$

[1] T. Bonnesen, *Ueber das isoperimetrische Defizit ebener Figuren* (*Math. Annal.*, 91, 1924, p. 252).

homogènes par rapport à l'ensemble des variables R, r, L et $\sqrt{S}$, non décroissantes par rapport à L et non croissantes par rapport à S.

Je me suis proposé de calculer, dans les mêmes conditions, le maximum de telles fonctions.

J'utilise le résultat suivant : soit ABC un triangle $(\hat{B} \leqq \hat{C})$; parmi tous les arcs BMC convexes qui vont de B à C, dont aucun point n'est extérieur au triangle et qui limitent avec BC une aire donnée (plus petite que l'aire du triangle ABC), celui dont la longueur est la plus grande est formé de deux segments de droite BM et MC, le point M étant sur AC.

Au moyen de ce principe, et pour les fonctions f les plus simples, on trouve souvent que la figure pour laquelle le maximum est réalisé est le polygone circonscrit au cercle de rayon r et ayant tous ses sommets, sauf un au plus, sur le cercle de rayon R. Plus grossièrement on a, par exemple :

$$\frac{L^2}{4\pi S} \leqq \frac{R}{r}, \qquad \frac{L^2}{4\pi} - S \leqq \pi R(R-r),$$

le signe d'égalité n'ayant lieu que si $R = r$.

Ce principe permet aussi de calculer le maximum de L lorsque R, r et S sont donnés et de montrer que, parmi toutes les courbes convexes dont le cercle circonscrit et la surface sont donnés, celle qui a le plus grand périmètre est un polygone inscrit dans le cercle.

Au même ordre d'idées se rattachent la recherche faite par MM. H. Lebesgue [1] et W. Blaschke, de l'orbiforme de largeur donnée et de surface minimum et le résultat de M. J. Pál : pour les courbes convexes dont la plus petite largeur est égale à 1, on a $S \geqq \frac{1}{\sqrt{3}}$.

CALCUL DES VARIATIONS. — *Sur le rapport des valeurs moyennes des carrés de deux dérivées d'ordre consécutif.* Note de M. **Maurice Janet**, présentée par M. Hadamard.

On sait que le rapport $\int_a^b y'^2\,dx : \int_a^b y^2\,dx$, pour une fonction y s'annulant [2] aux deux extrémités de l'intervalle (a, b) est supérieur ou égal

(1) H. Lebesgue, *Journal de Liouville*, 8e série, 4, 1921, p. 67-96. — W. Blaschke, *Math. Annal.*, 76, 1915, p. 504-513. — J. Pál, *Math. Annal.*, 83, 1921, p. 311-319.

(2) y est supposée continue; on peut admettre pour y' des discontinuités de première espèce en nombre fini.

à $\left(\frac{\pi}{b-a}\right)^2$ et que cette valeur est atteinte pour les fonctions $C \sin \pi \frac{x-a}{b-a}$, où C est une constante quelconque, et pour celles-là seulement [1].

On peut formuler un résultat analogue pour le rapport

$$\frac{\int_a^b (y^{(p)})^2 \, dx}{\int_a^b (y^{(p-1)})^2 \, dx},$$

où $y^{(p-1)}$, $y^{(p)}$ désignent les dérivées d'ordre $p-1$, p d'une fonction y s'annulant, ainsi que ses $p-1$ premières dérivées, aux deux extrémités de l'intervalle a, b. Le rapport en question est supérieur ou égal à

$$\left(\frac{\omega_p}{b-a}\right)^2,$$

où ω_p est le plus petit zéro d'une équation $D = 0$ qu'il est aisé de former :

Soit l'équation (qui s'intègre élémentairement)

$$y^{(2p)} + y^{(2p-2)} = 0;$$

considérons-en p solutions, linéairement indépendantes, nulles, ainsi que leurs $p-1$ premières dérivées pour $x = 0$, y_1, y_2, ..., y_p : D sera le déterminant formé par ces fonctions et leurs $p-1$ premières dérivées

$$D \equiv \| y_i \quad y_i' \quad \ldots \quad y_i^{(p-1)} \| \text{ [2]}.$$

La limite inférieure est atteinte pour les solutions de l'équation

$$y^{(2p)} + \left(\frac{\omega_p}{b-a}\right)^2 y^{(2p-2)} = 0$$

qui s'annulent ainsi que leurs $p-1$ premières dérivées aux deux extrémités de l'intervalle (a, b) — (il y a de telles fonctions non identiquement nulles) et pour celles-là seulement.

La démonstration est tout analogue à celle qui permet [3] d'arriver au

---

[1] On sait que ce résultat est susceptible de généralisations importantes (voir, par exemple, PICARD, *Traité d'Analyse*, 3, Chap. VI) et d'autre part, d'utiles applications dans les problèmes généraux du Calcul des variations (HADAMARD, *Leçons sur le Calcul des variations*, p. 467).

[2] $y, y', \ldots, y^{(p-1)}$ sont supposées continues; on peut admettre pour $y^{(p)}$ des discontinuités de la nature de celles qui ont été spécifiées plus haut pour y'.

[3] Voir HADAMARD, *Calcul des variations*, p. 335.

résultat relatif à $\dfrac{\displaystyle\int_a^b y'^2\,dx}{\displaystyle\int_a^b y^2\,dx}$. Mais il convient d'utiliser la généralisation donnée par Clebsch de la méthode classique de Legendre-Jacobi.

Les nombres $\omega_1, \omega_2, \ldots, \omega_p, \ldots$ forment une suite de nombres croissants dont les premiers sont

$$\omega_1 = \pi, \qquad \omega_2 = 2\pi, \qquad \omega_3 = 2u,$$

u désignant le plus petit zéro positif de l'équation $\operatorname{tang} u = u$.

Les fonctions y, nulles ainsi que leur dérivée première aux deux extrémités de (a, b), qui donnent à $\dfrac{\displaystyle\int_a^b y''^2\,dx}{\displaystyle\int_a^b y'^2\,dx}$ sa valeur minima $\left(\dfrac{2\pi}{b-a}\right)^2$ sont les fonctions obtenues en multipliant par une constante (différente de o) quelconque l'expression

$$1 - \cos 2\pi\,\frac{x-a}{b-a}.$$

Les fonctions y, nulles ainsi que leurs dérivées première et seconde aux deux extrémités de (a, b), qui donnent à $\dfrac{\displaystyle\int_a^b y'''^2\,dx}{\displaystyle\int_a^b y''^2\,dx}$ sa valeur minima $\left(\dfrac{2u}{b-a}\right)^2$ sont les fonctions obtenues en multipliant par une constante (différente de o) quelconque l'expression

$$\cos\xi - 1 + \frac{\xi^2}{2} + u(\sin\xi - \xi), \qquad \left(\xi = \frac{2ux}{b-a}\right),$$

Il est d'ailleurs évident que l'on peut énoncer des résultats analogues en assujettissant y et ses $p-1$ premières dérivées à prendre pour a et b les mêmes valeurs respectivement qu'un polynome de degré $p-2$ et ses $p-1$ premières dérivées; par exemple si $p=2$, y sera astreint à prendre la même valeur pour a et pour b (cette valeur n'étant pas spécifiée), et y' sera astreint à prendre pour a et par b la valeur o. En utilisant cette remarque, on peut déduire de la propriété relative au cas $p=2$ la formule suivante valable pour toute fonction y prenant la même valeur aux deux extrémités (y étant supposée continue et sa dérivée n'ayant, par exemple, que des disconti-

nuités en nombre fini de première espèce) :

$$(b-a)^2\int_a^b y'^2\,dx \geqq (2\pi)^2\left[(b-a)\int_a^b y^2\,dx - \left(\int_a^b y\,dx\right)^2\right],$$

le signe $=$ pouvant être effectivement obtenu, formule que l'on vérifie d'ailleurs facilement en utilisant la théorie des séries trigonométriques.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Comment on peut transporter plusieurs théorèmes des séries de Taylor aux séries de Dirichlet.* Note de M. **Mandelbrojt**, présentée par M. Hadamard.

Soit la série $f(s)=\Sigma a_n e^{-\lambda_n s}$ ($s=\sigma+it$) admettant un axe de convergence absolue. Soit $E(f, \sigma_1)$ l'ensemble de tous ses points singuliers dans $\sigma>\sigma_1$. Soit D un certain ensemble de domaines qui contiennent $E(f, \sigma_1)$ à l'intérieur et dont tout point est à une distance inférieure à ε d'un point de $E(f, \sigma_1)$. Soit C_T la longueur totale de toutes les parties des frontières de D contenues dans le rectangle $\sigma \geqq \sigma_1$, $|t| \leqq T$. Soit $k>0$ tel qu'on ait, quel que soit T, $C_T < MT^K$, M ne dépendant que de ε. Nous dirons que $f(s)$ est $A(k, \sigma_1)$. Soit D' l'ensemble complémentaire à D dans $\sigma>\sigma_1$. Supposons que dans D' on ait (2) $|f(s)s^{-k_1}|<M_1$, M_1 ne dépendant que de ε. Nous dirons que $f(s)$ est $B(k_1, \sigma_1)$.

Une série de Taylor est $A(1, \sigma_1)$ et $B(0, \sigma_1)$ pour σ_1 quelconque. Il existe d'autres séries que la série de Taylor possédant ces propriétés. t étant fixe, désignons par $\alpha(t)$ le point de $E(f, \sigma_1)$ tel que $\alpha(t)=\sigma_t+it$ et tel que $f(s)$ soit holomorphe pour $\sigma+it$, $\sigma>\sigma_t$.

Posons $\sigma_f^0=\overline{\lim_{t=\infty}}\sigma_t$ et $\sigma'_f=\operatorname{bor\,sup}_{-\infty<t<+\infty}\sigma_t$; désignons par $E(f, \sigma_1, t_0)$ la partie de $E(f, \sigma_1)$ qui est située au-dessus de la droite $t=t_0$.

Théorème I. — *Soit* $f(s)=\Sigma a_n e^{-\lambda_n s}$ *une* $A(1, \sigma_1)$ *et* $B(0, \sigma_1)$ *et soit* $\varphi(s)=\Sigma b_n e^{-\lambda_n s}$ *une* $B(0, \sigma_2)$. $F(s)=\Sigma a_n b_n e^{-\lambda_n s}$ *n'a pas dans* $\sigma>\sigma_2+\sigma_f^0$ *d'autres points singuliers que* $\alpha+\beta$ *où* α *appartient à* $E(f, \sigma, t_0)$ *avec* t_0 *arbitraire et où* β *appartient à* $E(\varphi, \sigma_2)$.

Ce théorème contient le théorème de M. Hadamard pour $\lambda_n=n$.

Je pose $C_n(a, \lambda, K)=\sum_{\lambda_m<n}(n-\lambda_m)^K a_m$; K'_1 étant la borne inférieure de K_1 vérifiant (2) pour $\sigma \geqq \sigma'$, posons $K'_1(\sigma')=\eta(\sigma')$; la fonction de Lindelöf $\mu(\sigma)$ coïncide avec $\eta(\sigma)$ pour $\sigma>\sigma_3$ si $f(s)$ est holomorphe pour $\sigma>\sigma_3$. Posons $\sigma'(\eta)=\sigma(\eta-0)$ [$\sigma(\eta)$ étant la fonction inverse de $\eta(\sigma)$].

THÉORÈME II. — *Soit* $f(s)=\Sigma\alpha_n e^{-\lambda_n s}$. *Si* $E(f_1-\infty)$ *contient au plus les points* $2K\pi i(K=0, \pm 1, \pm 2, \ldots)$, *alors pour* K *entier positif*

$$C_n(a, \lambda, K)=g(n)+a'_n,$$

où $|g(z)|<e^{\varepsilon|z|}$, $\lim_{|z|=\infty}\varepsilon=0$ *et où* $\overline{\lim}\,\mathrm{Log}|a'_n|n^{-1}<\sigma'(K)$.

Ce théorème contient un théorème connu de M. Faber qui est la réciproque du théorème de MM. Leau-Faber. Désignons par $[x]$ l'entier immédiatement $>x$.

THÉORÈME III. — *Soit* $f(s)=\Sigma a_n e^{-\lambda_n s}$ *et supposons que* $E(f, \sigma_1)$ *ne contient que des pôles tous sur la droite*, $\sigma=\sigma_2>\sigma_1$. *Supposons que leurs degrés et les coefficients de leurs parties principales soient bornés dans leur ensemble. Soit p le nombre (supposé fini) de tous les* $s_n=\sigma_n+it_n$ *tels que tous les* α *appartenant à* $E(f, \sigma_1)$ *appartiennent à p classes* $\alpha\equiv it_n \pmod{2\pi}$ $(n=1, 2, \ldots, p)$. *Soit* r_n *le plus grand degré de tous les* $\alpha\equiv s_n \pmod{2\pi}$ *pour n fixe* $(n=1, 2, \ldots, p)$. *Supposons enfin que* $f(s)$ *est* $B(k, \sigma_1)$. *En désignant par*

$$\nu=[k]+\sum_{n=1}^{p} r_n+1 \qquad \textit{et par} \qquad D_{m,\nu}=\begin{vmatrix} C_n & \ldots & C_{n+\nu-1} \\ C_{n+\nu-1} & \ldots & C_{n+2\nu-1} \end{vmatrix},$$

où $C_n=C_n(a, \lambda, [k])$, *on a*

$$\overline{\lim_{n=\infty}}\sqrt[n]{|D_{n,\nu}|}<e^{\nu\sigma_2}.$$

Ce théorème contient le théorème de M. Hadamard sur les fonctions méromorphes au cas où $\lambda_n=n$.

Posons $c_n(a, \lambda, l, k)=\sum_{\lambda_m<l_n} a_m(l_n-\lambda_m)^k$.

THÉORÈME IV. — *Si* $f(s)=\Sigma a_n e^{-\lambda_n s}$ *est* $A(k, \sigma_1)$ *et* $B(k_1, \sigma_1)$ *et si* $\varphi(s)=\Sigma b_n e^{-l_n s}$ *est* $B(k_2, \sigma_2)$, $F(s)=\Sigma b_n c'_n e^{-\rho_n s}[c'_n=c_n(a, \lambda, \rho, k+k_1+k_2)]$ *n'a pas dans* $\sigma>\max(\sigma'_f+\sigma_2, \sigma'_\varphi+\sigma_1)$ *d'autres points singuliers que les points* $\alpha+\beta$ *et* β, *où* α *appartient à* $E(f, \sigma_1)$ *et* β *à* $E(\varphi, \sigma_2)$.

Désignons par $\Omega(\varphi, a)$ l'ensemble de points ρ_n où $\varphi(s)=\Sigma b_n e^{-l_n s}$ prend la valeur a. Désignons par $P[\varphi, E(f, \sigma_1)]$ un point tel que pour toutes les valeurs de a sauf pour un au plus on trouve dans tout voisinage de ce point un point de la forme $\alpha+\rho_a$, où α appartient à $E(f, \sigma_1)$.

THÉORÈME V. — *Si* $f(s)=\Sigma a_n e^{-\lambda_n s}$ *est* $A(K, \sigma_1)$, $F(s)=\Sigma b_n c''_n e^{-l_n s}$ *n'a pas dans* $\sigma>\sigma_1+\sigma'_\varphi$ *d'autres points singuliers que les points* $\alpha+\beta$, β *et* $P[\varphi, E(f, \sigma_1)]$, β *appartenant à* $E(\varphi, -\infty)$ *où* $\varphi(s)=\Sigma b_n e^{-l_n s}$, $c''_n=c_n(a, \lambda, l, [K])$.

J'ai posé ailleurs $P[\{\lambda_n\}, \alpha]$ si $\varphi(s) = \Sigma e^{-\lambda_n s}$. Ce théorème permet de donner les singularités de $\Sigma b_n e^{-\lambda_n s}$ quand on connaît celles d'une série $\Sigma a_n e^{-\lambda_n s}$ fixe (par exemple $\Sigma e^{-\lambda_n s}$ dans mes Notes précédentes) et d'une série de Taylor dont les coefficients sont des termes d'une suite génératrice de la suite $\frac{b_n}{a_n}$.

Mais la série $\Sigma e^{-\lambda_n s}$ est souvent commode, le dernier théorème de ma dernière Note ([1]) donnant, outre les fonctions $\frac{1}{1-e^{-z}}$, $\zeta(z)$, d'autres séries de cette forme (avec $a_n = 1$) n'admettant qu'un ensemble peu dense de singularités.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les noyaux symétroïdes.* Note de M. J. **Delsarte**, transmise par M. Goursat.

Considérons un noyau $K(st)$, désignons par

$$\varphi_1, \quad \varphi_2, \quad \ldots, \quad \varphi_i, \quad \ldots$$

ses fondamentales directes, par

$$\psi_1, \quad \psi_2, \quad \ldots, \quad \psi_i, \quad \ldots$$

ses fondamentales associées et par $\mathfrak{A}$ la multiplicité linéaire complètement orthogonale à toutes les fonctions φ_i. Nous dirons que K est symétroïde si :

1° $\mathfrak{A}$ est ponctuellement invariée par la transformation associée du noyau $K(ts)$;

2° Si, désignant par (ρ_i) un système orthogonal coordonnant $\mathfrak{A}$, le système

$$(\rho_i) + (\psi_i)$$

coordonne bien tout l'espace.

On a les théorèmes suivants :

Théorème I. — *Un noyau symétroïde n'a que des valeurs singulières simples.*

Théorème II. — *La transformation de Fredholm correspondante, et donc ce noyau, sont complètement déterminés par la donnée de $\mathfrak{A}$, du système (ψ_i) et des valeurs singulières.*

([1]) *Comptes rendus*, 187, 1928, p. 1116; voir aussi l'erratum correspondant (*Comptes rendus*, 187, 1928, p. 1300).

Théorème II. — *L'ensemble des noyaux symétroïdes est invariant distingué dans le groupe de Fredholm.*

Ajoutons qu'on peut résoudre complètement pour ces noyaux le problème posé par M. Volterra, de la permutabilité de seconde espèce.

Comme exemple de tels noyaux, on peut citer les noyaux symétriques droits, les produits de noyaux symétriques droits, et les transformés d'un noyau symétrique droit par un noyau quelconque.

D'une manière générale on doit distinguer deux catégories de noyaux symétroïdes.

Désignons par :

$\mathcal{B}$ la multiplicité linéaire orthogonale à tous les ψ_i;
$\mathcal{C}$ la multiplicité linéaire complètement orthogonale à $\mathcal{A}$;
$\mathcal{D}$ la multiplicité linéaire complètement orthogonale à $\mathcal{B}$.

Ceci posé, la première catégorie est caractérisée par les conditions :

$\mathcal{A}$ disjoint de	$\mathcal{B}$,	$\mathcal{B}+\mathcal{C}$ complet,
$\mathcal{A}$ »	$\mathcal{D}$,	$\mathcal{D}+\mathcal{A}$ »
$\mathcal{B}$ »	$\mathcal{C}$,	$\mathcal{C}+\mathcal{D}$ »

et la deuxième catégorie par :

$\mathcal{A}$ contenant $\mathcal{B}$,
$\mathcal{D}$ » $\mathcal{C}$,
$\mathcal{B}$ et $\mathcal{C}$ disjoints,

ce dernier cas est celui des noyaux symétriques ordinaires.

Les noyaux considérés autrefois par Marty, et qu'il nommait symétrisables, sont parfois symétroïdes. [D'une manière précise, la variété $\mathcal{A}$ pour ces noyaux est invariée par la transformation associée, mais en général le système $(\rho)+(\psi)$ ne coordonne pas l'espace]. Mais si l'on transforme la définition de Marty en l'ordonnant (au sens de M. Bouligand) on trouve les noyaux produits (à la Fredholm) de deux noyaux symétriques, qui sont toujours symétroïdes.

Disons encore que les noyaux symétroïdes sont les seuls pour lesquels on puisse résoudre en termes finis l'équation aux dérivées fonctionnelles

$$\varkappa[F] \equiv \int_0^1\int_0^1 K(st)\,f(t)\,F'_{f(s)}\left\{ s \,\middle|\, \left| \overset{1}{\underset{0}{f}} \right| \right\} = 0,$$

déjà considérée par nous dans une précédente Note.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur le nombre des valeurs asymptotiques d'une fonction entière d'ordre fini.* Note de M. L. **Ahlfors**, présentée par M. Hadamard.

M. Denjoy a signalé comme probable le théorème suivant : *Le nombre des valeurs asymptotiques finies d'une fonction entière d'ordre k ne surpasse pas* $2k$. M. Carleman a montré que le nombre en question est fini et ne surpasse pas $5k$ [1]. J'ai réussi à trouver une démonstration complète dont voici les traits essentiels.

Soient C et C′ deux chemins suivant lesquels la fonction entière $f(z)$ tend vers deux valeurs asymptotiques différentes. Je peux admettre que C et C′ partent du point $z=0$ et aboutissent au point $z=\infty$ sans avoir de points communs (à part $z=0$ et $z=\infty$). C et C′ délimitent un domaine Ω, dans lequel $f(z)$ n'est pas bornée. Je fais la représentation conforme de Ω sur la bande horizontale infinie B du plan des s, $s=\sigma+i\tau$, où $0<\tau<1$, en posant $s=s(z)=\sigma(z)+i\tau(z)$ et $z=z(s)$, de manière que le point $z=0$ corresponde au point $\sigma=-\infty$ et $z=\infty$ au point $\sigma=+\infty$. La fonction $f[z(s)]$ n'est pas bornée dans la bande B bien qu'elle soit bornée sur les deux droites qui la limitent; d'après le principe de Phragmén-Lindelöf $f[z(s)]$ doit donc croître avec *un ordre déterminé*, ordre qui ne saurait s'abaisser sur une infinité de courbes joignant les deux droites frontières de B et qui tendent vers $\sigma=+\infty$.

C'est en envisageant cet ordre simultanément pour tous les couples de chemins voisins, tels que C et C′, à la manière de M. Carleman, que je trouve l'inégalité en question. La base essentielle de mes conclusions est l'étude de la représentation conforme $s=s(z)$ que j'expose en détail.

On peut admettre que la circonférence $|z|=r$ coupe Ω suivant un nombre fini d'arcs; choisissons celui qui sépare l'origine du point ∞ et, s'il y en a plusieurs de cette nature, celui qui est séparé du point ∞ par tous les autres. Nous désignerons l'arc choisi par θ_r et sa longueur par $2\pi r\theta(r)$. Choisissons un θ_{r_0} qui est transformé par $s=s(z)$ en une courbe située entièrement dans la demi-bande droite où $\sigma>0$. Alors on a le lemme suivant :

A l'exception (tout au plus) d'une certaine suite d'intervalles $a_\nu<r<b$

(1) Voir aussi M. Biernacki, *Comptes rendus*, 183, 1926, p. 916.

telle que $\Sigma \log b_\nu / a_\nu$ *est fini, on a, pour* $r > r_0$, *en chaque point* $re^{i\varphi}$ *de l'arc* θ'_r,

$$\sigma(re^{i\varphi}) > \frac{1}{2\pi} \int_{r_0}^{r} \frac{dr}{r\theta(r)}. \tag{1}$$

Soit $\omega(r)$ l'oscillation de $\sigma(re^{i\varphi})$ sur l'arc θ_r. Alors la longueur de l'image de θ_r est au moins $\sqrt{1 + \omega(r)^2}$, d'où nous tirons, en utilisant d'abord l'inégalité de Schwarz, puis en intégrant de r_0 à r,

$$1 + \omega(r)^2 \leq \left[\int_{\theta_r} |s'(re^{i\varphi})| \, r\, d\varphi\right]^2 \leq 2\pi r \theta(r) \int_{\theta_r} |s'(re^{i\varphi})|^2 r\, d\varphi,$$

$$\frac{1}{2\pi}\int_{r_0}^{r} \frac{dr}{r\theta(r)} + \frac{1}{2\pi}\int_{r_0}^{r} \frac{\omega(r)^2}{r\theta(r)} dr \leq \int_{r_0}^{r} dr \int_{\theta_r} |s'(re^{i\varphi})|^2 r\, d\varphi.$$

L'intégrale double représente une aire, située dans la bande B, qui est $< \sigma(re^{i\varphi}) + \omega(r)$. Nous avons donc, en observant que $\theta(r) \leq 1$,

$$\frac{1}{2\pi}\int_{r_0}^{r} \frac{dr}{r\theta(r)} + \left[\frac{1}{2\pi}\int_{r_0}^{r} \frac{\omega(r)^2}{r} dr - \omega(r)\right] \leq \sigma(re^{i\varphi}).$$

La circonstance que la parenthèse au premier membre est négative peu être exprimée par

$$\frac{dr}{r} < 4\pi^2 \frac{d\alpha(r)}{\alpha(r)^2} \quad \text{où} \quad \alpha(r) = \int_{r_0}^{r} \frac{\omega(r)^2}{r} dr.$$

Donc la parenthèse en question ne peut être négative que dans une suite d'intervalles dans laquelle la variation de $\log r$ ne surpasse pas celle de la fonction négative, non décroissante $-\dfrac{4\pi^2}{\alpha(r)}$, variation qui est évidemment finie. C. Q. F. D.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur un problème de M. P. Montel.*

Note de M. M. LAVRENTIEFF, présentée par M. Hadamard.

Soit

$$P_1(z),\ P_2(z),\ \ldots,\ P_n(z),\ \ldots \tag{1}$$

une suite de polynomes en la variable complexe z, convergente en chaque point du cercle $|z| < 1$. M. Montel a posé le problème général suivant :

Quelles sont les conditions nécessaires et suffisantes pour qu'une fonction $f(z)$ puisse être considérée comme la limite de la suite (1)?

D'après les résultats connus de MM. Osgood et Montel, la fonction $f(z)$ est analytique, sauf aux points d'un ensemble E, fermé et partout non dense.

MM. Rosenthal et Hartogs d'une part, M. Lavrentieff d'autre part ont résolu complètement le problème de déterminer la structure de l'ensemble E des points irréguliers de la fonction $f(z)$.

MM. Rosenthal et Hartogs ont traité de même le problème général et ont trouvé les conditions cherchées, mais ces conditions ne donnent pas la structure de la fonction $f(z)$.

Le but de cette Note est d'énoncer quelques résultats qui se rattachent à la structure de la fonction $f(z)$.

Posons la définition suivante :

Définition I. — Nous disons que *l'ensemble* E, fermé et partout non dense, *est un ensemble* M^*, si, quel que soit l'ensemble E_1, fermé et contenu dans E, il existe toujours une portion de E_1, soit E_2, telle que l'ensemble complémentaire de E_2 est un domaine connexe.

Cela posé on peut démontrer le théorème :

THÉORÈME I. — *Pour qu'une fonction $f(z)$ définie dans le cercle $|z| < 1$ soit la limite de la suite* (1), *il est suffisant qu'il existe un ensemble* F, *fermé, partout non dense, contenu dans le cercle $|z| < 1$ et jouissant des propriétés suivantes :*

1. E *est un ensemble* M^*.

2. $f(z) = \varphi(x, y) + i\psi(x, y)$ *en chaque point de* E, *les fonctions étant des fonctions quelconques de classe* 1 *au sens de M. Baire.*

3. $f(z) = f_n(z)$ *dans* D_n, $f_n(z)$ *étant une fonction analytique, régulière dans* D_n *et* D_n *un domaine connexe quelconque contigu à* E.

Définition II. — Nous disons qu'*une fonction* $f(z)$, représentable par une suite (1), *est une fonction* M^* si $f(z)$ est analytique en dehors d'un ensemble E, E étant un ensemble M^*.

Alors, la classe des fonctions M^* est la classe la plus générale des fonctions $f(z)$ [représentables par les suites (1)] dans laquelle les fonctions φ, ψ et $f_n (n = 1, 2, 3, \ldots)$ sont indépendantes.

En effet, on peut démontrer les propositions suivantes :

THÉORÈME II. — *Soient $f(z)$ et $\varphi(z)$ deux fonctions représentables par des suites* (1). *Supposons qu'il existe un ensemble* E *fermé, partout non dense, qui n'est pas un ensemble* M^* *et tel que $f(z) = \varphi(z)$ en chaque point de* E. *Alors, il existe une infinité dénombrable de domaines* $D_1, D_2, D_3, \ldots D_n, \ldots$ *tels que $f(z) = \varphi(z)$ en chaque point de* $D_n (n = 1, 2, 3, \ldots)$.

Théorème III. — *Soit* E *un ensemble fermé qui n'est pas un ensemble* M^*; *on peut toujours construire sur* E *deux fonctions de classe* 1, $f(x, y)$ *et* $\varphi(x, y)$, *telles qu'il n'existe aucune suite* (1), *convergente en chaque point de* E, *pour laquelle on a*

$$\lim_{n \to \infty} P_n(z) = f(x, y) + i\varphi(x, y),$$

en chaque point de E.

ANALYSE FONCTIONNELLE. — *Sur les groupes fonctionnels.* Note de M. **Gr. C. Moisil**, présentée par M. Hadamard.

Un groupe de transformations à un paramètre fonctionnel $a(s)$ est défini par :

$$(1) \qquad \bar{x}(s) = f\{[x(\sigma), a(\sigma) | s]\},$$

$$(2) \qquad \bar{\bar{x}}(s) = f\{[\bar{x}(\sigma), b(\sigma) | s]\},$$

$$(3) \qquad \bar{\bar{x}}(s) = f\{[x(\sigma), c(\sigma) | s]\},$$

$$(4) \qquad c(s) = \varphi\{[a(\sigma), b(\sigma) | s]\}.$$

Je suppose que la correspondance (1) entre $x(s)$ et $\bar{x}(s)$ est localement biunivoque, que le paramètre $a(s)$ est essentiel et que les fonctionnelles considérées sont continues d'ordre 0 et dérivables. Dans ces conditions, le premier théorème de S. Lie est généralisé par

$$(5) \qquad \begin{cases} \bar{x}'_{a(s)}(s) = \xi\{[\bar{x}(\sigma) | s]\}\alpha\{[a(\sigma) | s]\}, \\ \bar{x}'_{a(\sigma)}(s) = \xi\{[\bar{x} | s]\}\alpha\{[a | s\sigma]\} + \xi\{[\bar{x} | \sigma s]\}\alpha'\{[a | \sigma]\} \\ \qquad + \int_0^1 \xi\{[\bar{x} | \rho s]\}\alpha\{[\rho\sigma]\} d\rho. \end{cases}$$

qu'on peut écrire

$$(6) \qquad \delta\bar{x}(s) = \xi(s)\omega(s) + \int_0^1 \xi(\sigma s)\omega(\sigma) d\sigma.$$

$\xi(s)$, $\xi(\sigma, s)$ est la transformation infinitésimale du groupe et $\omega(s)$ une forme linéaire de variations fonctionnelles, propre

$$(7) \qquad \begin{cases} \omega(s) = \alpha(s)\delta a(s) + \int_0^1 \alpha(s\sigma)\delta a(\sigma) d\sigma, \\ \delta a(s) = \overset{*}{\alpha}(s)\omega(s) + \int_0^1 \overset{*}{\alpha}(\sigma s)\omega(\sigma) d\sigma, \end{cases}$$

$\alpha(s)$, $\alpha(\sigma\, s)$ est la transformation infinitésimale du groupe paramétrique qui, en vertu de (7), est simplement transitif.

Un groupe est engendré par sa formation infinitésimale

$$\frac{da(s)}{dt} = \lambda(s)\alpha\left(\overset{\star}{s}\right) + \int_0^1 \lambda(\sigma)\alpha\left(\overset{\star}{\sigma}\overset{\star}{s}\right) d\sigma, \tag{8}$$

$$\frac{dx(s)}{dt} = \lambda(s)\xi(s) + \int_0^1 \lambda(\sigma)\xi(\sigma s)\, d\sigma. \tag{9}$$

La dérivée extérieure d'une forme linéaire de variations fonctionnelles est

$$\omega'(s) = \delta_2 \omega_{\delta_1} - \delta_1 \omega_{\delta_2}. \tag{10}$$

La dérivée seconde

$$\omega''(s) = \delta_1 \omega'_{\delta_2\delta_3} + \delta_2 \omega'_{\delta_3\delta_1} + \delta_3 \omega'_{\delta_1\delta_2} \tag{11}$$

est nulle.

Une forme linéaire est complètement intégrable si sa dérivée est nulle.

Une équation

$$\omega|[a(\sigma)|s]| = \varpi|[b(\sigma)|s]|,$$

$\omega(s)$ et $\varpi(s)$ propres, est complètement intégrable si en vertu de cette équation

$$\omega'(s) = \varpi'(s).$$

Pour un groupe fonctionnel on trouve l'équation généralisée de Maurer-Cartan

$$\omega'(s) = \int_0^1 c(s\sigma)[\omega(s)\omega(\sigma)]\, d\sigma + \int_0^1\int_0^1 c(s\sigma\tau)[\omega(\sigma)\omega(\tau)]\, d\sigma\, d\tau \tag{12}$$

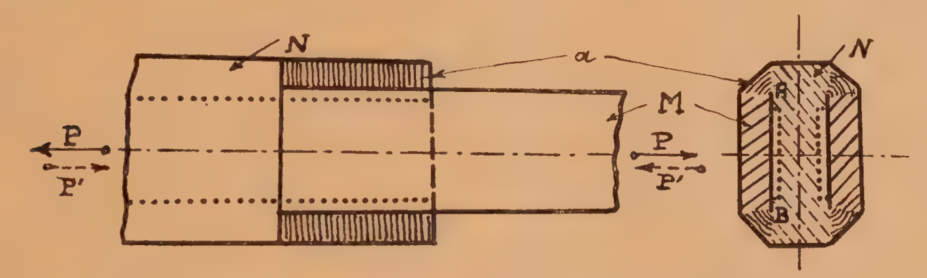
La structure $c(s\sigma)$, $c(s\sigma\tau)$ ne dépend pas de $a(s)$ et satisfait aux relations généralisées de S. Lie

$$\tag{13} \left\{ \begin{array}{l} c(s\sigma\tau) + c(s\tau\sigma) = 0, \\ c(s\rho)c(\rho\sigma) - c(s\sigma)c(\sigma\rho) + 2\int_0^1 c(su)c(u\rho\sigma)\, du = 0, \\ c(su)e(svw) + 2c(swv)c(wu) + \int_0^1 c(s\sigma u)c(\sigma vw)\, d\sigma + \ldots = 0. \end{array} \right.$$

Les groupes fonctionnels interviennent dans la cinématique des systèmes continus, dans l'intégration des équations canoniques de la dynamique fonctionnelle et dans l'étude des ensembles finis de transformations infinitésimales.

MÉCANIQUE. — *Assemblages soudés par cordons latéraux, essayés en traction et en compression* [1]. Note de M. **D. Rosenthal**, présentée par M. Mesnager.

Soient l'assemblage représenté à la figure et P et P′ les efforts de traction et de compression *provoquant tous les deux la rupture* dans les cordons *a*, avant que la limite apparente d'élasticité ne soit dépassée dans les pièces M et N.



Le trait pointillé se rapporte à la deuxième série d'éprouvettes (voir plus bas).

Il résulte des essais très nombreux et très complets de M. Vogel que P′ est sensiblement supérieur à P (de l'ordre de 3 pour 100).

L'auteur en donne l'explication suivante [1] :

« La série de compression a donné des résultats plus élevés que la série de traction, car la première a été constituée par des éprouvettes courtes et trapues, dans lesquelles la flexion due aux tensions dans les éprouvettes ne pouvait pas avoir lieu. Au contraire, la série de traction a été composée des éprouvettes nécessairement longues et la flexion pouvait y avoir lieu, malgré que les tensions n'aient pas dépassé la limite élastique. »

Le but de la présente Note est de montrer qu'il peut y avoir une autre explication de ce phénomène.

Dans cet ordre d'idées nous avons essayé en compression deux séries d'éprouvettes, répondant aux conditions de sollicitation ci-dessus. La deuxième série d'éprouvettes différait de la première en ce que la pièce N y a

(1) Andrew Vogel, *Welding Trusses for industrial buildings* (*Journal of the Boston Society of Civil Engineers*, 15, II, February 1928, p. 76).

été évidée le long de la surface de contact AB, suivant le trait pointillé (voir la figure).

Les résultats d'essais rapportés à ceux d'une série d'éprouvettes identiques [1], mais essayées en traction, ont été les suivants :

Rapport P′/P.

Première série........	1,43	1,47	1,36	moyenne 1,41
Deuxième série........	1,10	1,08	1,05	moyenne 1,07

Il est à supposer que le dernier résultat aurait été encore plus proche de 1, si l'on pouvait élargir suffisamment l'évidement jusqu'aux bords A et B, de façon à supprimer tout contact entre les pièces N et M.

Il en résulte, selon nous, que l'augmentation de la charge P′ par rapport à P n'est qu'un résultat de coincement des surfaces de contact, ce coincement étant probablement produit par la dilatation inégale des pièces N et M lors de l'essai de compression.

Ce phénomène n'a pas lieu à l'essai de traction, attendu que les pièces N et M au lieu de se dilater se contractent dans le sens transversal.

L'état des tensions dans les cordons de soudure est, par contre, indépendant du signe de sollicitation, ceci conformément à nos prévisions antérieures [2].

GÉODÉSIE. — *Sur l'ellipticité de l'équateur terrestre.* Note de M. **Mario Bossolasco**, présentée par M. Georges Perrier.

Au sujet de la thèse que je soutiens à propos de la position de l'ellipse équatoriale, M. Thadée Banachiewicz [3] estime que la méthode suivie par moi dans ma dernière Communication [4] n'est pas légitime parce que je

---

(1) H. Dustin, *Calcul rationnel des éléments d'un assemblage soudé* (*Congrès International pour l'essai des matériaux*, *Amsterdam*, 12-17 septembre 1927, 1, p. 531).

(2) D. Rosenthal, *Étude analytique des tensions dans les cordons latéraux d'un assemblage soudé* (*Congrès International pour l'essai des matériaux*, *Amsterdam*, 12-17 septembre 1927, 1, p. 532-535).

(3) *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 492.

(4) *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 238.

limite le développement en série de fonctions sphériques aux termes de 3[e] ordre. M. Banachiewicz ne prouve pas numériquement l'insuffisance de cette approximation. Je me suis borné aux termes de 3[e] ordre parce que tous les géodésiens qui se sont occupés de ce problème ont fait de même, tandis que l'altération des termes relevée par moi commence déjà avec le premier ordre.

Dans sa dernière Note, M. Banachiewicz s'efforce ensuite de démontrer la concordance de signe entre les déformations équatoriales du géoïde et les anomalies correspondantes de la pesanteur en faisant usage de la formule de Stokes. Quoique l'on puisse établir cette relation sans faire intervenir les fonctions sphériques, il faut remarquer qu'il y a même ici une « question d'approximation », par suite du mode de représentation utilisé soit pour l'ellipsoïde de révolution, soit pour le géoïde (¹). Mais, même en laissant de côté cette question, la formule de Stokes ne peut pas être appliquée pour résoudre le problème en question ; en effet elle implique la condition que le géoïde et l'ellipsoïde de référence sont tous les deux, *en même temps*, surfaces d'équilibre, d'où l'on déduit, en particulier, que ces surfaces ne peuvent pas se couper, tandis que dans le présent cas, l'ellipsoïde de révolution, surface « moyenne » d'un géoïde ellipsoïdal à trois axes inégaux, coupe évidemment celui-ci.

Je vais maintenant exposer une démonstration de ma thèse qui me semble la plus simple et même la plus naturelle, car elle est bien conforme aux procédés employés pour obtenir la distribution de la pesanteur sur le géoïde selon les formules empiriques de Berroth, Helmert et Heiskanen. Soient g_a et g_b les valeurs de la gravité aux extrémités des axes de l'ellipse équatoriale de longueurs respectives $2a$ et $2b$ $(a > b)$. Soit P_a une des deux extrémités du plus grand axe. Cherchons à comparer la valeur g_a de la pesanteur en ce point avec celle g_Q qu'elle aurait si le renflement équatorial n'existait pas (à quelques centaines de mètres plus bas) au point Q d'intersection du même demi-axe avec le cercle équatorial de rayon b. Il est clair que l'on doit avoir $g_Q = g_b$. Pour obtenir la gravité g_a en P_a, on peut utiliser la valeur g_Q comme si elle avait été mesurée dans une dépression très étendue ; les seules corrections que l'on doit apporter à g_Q sont alors la correction négative c_1 appelée terme de Faye ou à l'air libre et la correction positive c_2

(¹) P. Pizzetti, *Principii della teoria meccanica della figura dei pianeti*, p. 108, Pisa, 1913.

représentée par le terme de Bouguer. Or, on a (¹)

$$(1) \qquad c_1 = 0{,}0000003147 \,.\, h \,.\, g_0, \qquad c_2 = c_1 \frac{3}{4} \frac{\delta}{5{,}52}$$

(expression dans lesquelles $h = a - b$, $\delta =$ densité des masses contenues dans le renflement, $g_0 =$ gravité moyenne relative à toute la surface du géoïde). La correction totale est bien *négative* et il en résulte $g_a < g_b$ (²).

J'ai utilisé aussi les formules (1) pour calculer la différence $a - b$ au moyen de la valeur de $g_b - g_a$ donnée par les quatre formules empiriques de la gravité normale. Les résultats obtenus sont tous plus petits que ceux obtenus jusqu'aujourd'hui. Par exemple, la dernière formule de Heiskanen (³), qui doit être considérée comme la plus précise, donne

$$g_b - g_a = 0{,}000038\, g_0.$$

En égalant cette quantité à $c_1 - c_2$, avec la valeur $\delta = 2{,}76$, on déduit

$$a - b = 193^{\mathrm{m}},$$

tandis que M. Heiskanen a obtenu $a - b = 242^{\mathrm{m}}$.

Je terminerai en faisant observer que la position de l'ellipse équatoriale admise par moi conduit, entre autres conséquences, à une *élévation* du géoïde correspondant au massif de l'Himalaya, tandis que la position admise jusqu'aujourd'hui conduit à une *dépression*; de plus, la valeur 193^{m} trouvée ci-dessus pour la différence $a - b$ donne dans la même région une élévation du géoïde au-dessus du sphéroïde inférieure à 100^{m} et est bien en accord avec l'opinion de M. William Bowie (⁴).

(¹) Voir par exemple A. Prey, *Einführung in die Geophysik*, Berlin, 1922, S. 134. J'ai calculé à dessein c_2 par la formule de Bouguer sans considérer la forme du renflement, afin de conserver le procédé qui a servi pour déduire la gravité sur le géoïde, mais la valeur de c_2 obtenue par un calcul plus précis ne diffère pas sensiblement de la valeur ainsi obtenue.

(²) J'observe ici que la thèse que je soutiens est seule bien conforme à la loi de l'accroissement de la gravité avec la profondeur valable pour le premier septième du rayon terrestre, loi qui doit être générale (Voir A. Prey, ouvrage cité, p. 173).

(³) *Ist die Erde ein dreiachsiges Ellipsoid?* (*Gerlands Beitr. z. Geophysik*, 19, 1928, S. 355).

(⁴) *Isostasy*, p. 32, New-York, E. P. Dutton and Cº, 1927.

ACOUSTIQUE. — *Sur l'entretien des vibrations d'une colonne fluide par changement du régime d'écoulement.* Note [1] de M. **Foch**, présentée par M. Brillouin.

Considérons un fluide s'écoulant par un tuyau cylindrique sous charge totale constante, avec une vitesse un peu inférieure à la vitesse critique définie par la relation de Reynolds $VD = 2000\nu$; si le nombre de Reynolds croît et passe par la valeur critique, la perte de charge le long du tube subit, lors de ce passage, une brusque augmentation, ralentissant le fluide de ce fait; le nombre de Reynolds reprend une valeur inférieure à 2000, mais alors le régime laminaire se rétablit avec sa perte de charge réduite; le liquide reçoit une accélération et ainsi de suite, d'où vibration du jet, avec une période dépendant de conditions imposées par le réservoir, le tube, etc. De ce phénomène bien connu dérive une explication commune à l'entretien des vibrations dans plusieurs systèmes, où des fluides s'écoulent avec une vitesse voisine de la vitesse critique.

A. dans l'harmonica chimique, la colonne de gaz brûlés située au-dessus de la flamme est animée d'un mouvement ascendant. Soient H la hauteur de cette colonne comptée suivant la verticale, T sa température moyenne, t la température ambiante. Écrivons que le tirage donne à la colonne la vitesse critique

$$(1) \qquad H\frac{T-t}{t+273} = \frac{V^2}{2g} = \frac{1}{2g}\left[\frac{2000\nu}{D}\right]^2.$$

Cette équation permet de calculer la température moyenne de la colonne; le nombre ainsi trouvé sera un peu fort, le raisonnement précédent négligeant la perte de charge dans le tuyau.

Ainsi, pour un tube où l'on avait $D = 3^{cm}$, $H = 70^{cm}$, le calcul fait en attribuant aux gaz brûlés la viscosité cinématique relative à l'air indique $T = 250°C.$, alors qu'on trouve $T = 190°$; l'accord est satisfaisant, étant donné le caractère schématique du calcul.

L'équation (1) explique aisément les particularités de l'harmonica chimique.

1° L'entretien est impossible si le produit HD^2 est trop petit (tubes étroits ou trop inclinés).

---

[1] Séance du 25 février 1929.

2° L'entretien est très difficile si HD^2 est trop grand, en raison des températures trop élevées qu'il faut alors réaliser dans la colonne : si en effet on remplace ν par sa valeur calculée au moyen de la formule de Sutherland, on trouve que si HD^2 augmente d'un dixième, la température moyenne des gaz brûlés augmente d'une centaine de degrés.

B. Les flammes sensibles aux sons de hauteur assez grande (Bouty, *Journ. Phys.*, 1895, p. 406-408) sont, de par leur origine, étroitement apparentées à l'harmonica chimique, le régime critique étant cette fois réalisé dans le tube amenant le jet combustible. J'ai vérifié ce point, en particulier, sur un jet d'acétylène ($\nu = 0{,}095$ à 15°) sortant d'un tube de 50^{cm} de long et $0^{cm},6$ de diamètre.

Débit mesuré avec un compteur étalonné	90	$cm^3 : s$
Débit calculé par la relation de Reynolds...........	89,5	$cm^3 : s$

D'ailleurs, les dessins publiés par Bouty montrent les aspects caractéristiques respectivement d'un jet laminaire (longs filets parallèles) et d'un écoulement turbulent (filets disparaissant rapidement et tortillés).

C. Dans certaines installations de chauffage central par eau chaude à basse pression, on constate pendant le fonctionnement la production d'un son semblable à celui d'un tuyau d'orgue et accompagné naturellement de violentes vibrations de la canalisation. Dans une installation que j'ai examinée, le son (voisin du la_2) débutait quand l'eau de la chaudière était à 50° C.; il atteignait un maximum d'intensité vers 65° C. et diminuait notablement quand la chaudière, poussée au maximum, donnait de l'eau à 70°.

Or, à la température de 60° C., le débit critique de la canalisation (tubes de 20-27) est

$$Q_c = 1571\,D\nu = 15{,}7\ cm^3 : s.$$

Admettant, dans les radiateurs, une chute de température de 25° C., le débit critique horaire serait de 1400^{cal}; or, la surface du radiateur alimenté par cette canalisation est de $3^{m^2},4$ correspondant à une émission de 1700 cal : h, avec de l'eau à 85°. La concordance numérique est satisfaisante.

PHYSIQUE. — *Émission thermo-ionique de tubes de cuivre remplis de sels.* Note [1] de MM. **T. Pecsalski** et **J. Chichocki**, présentée par M. Henry Le Chatelier.

Un tube de cuivre de 2^{mm} de diamètre intérieur et de 3^{mm} de diamètre extérieur est rempli d'un sel, puis étiré de façon à amener son diamètre extérieur à $0^{mm},9$. Le sel remplit tout le tube ainsi étiré. Pour faire l'expérience, on a employé une longueur de 50^{cm} de ce tube T. Aux deux extré-

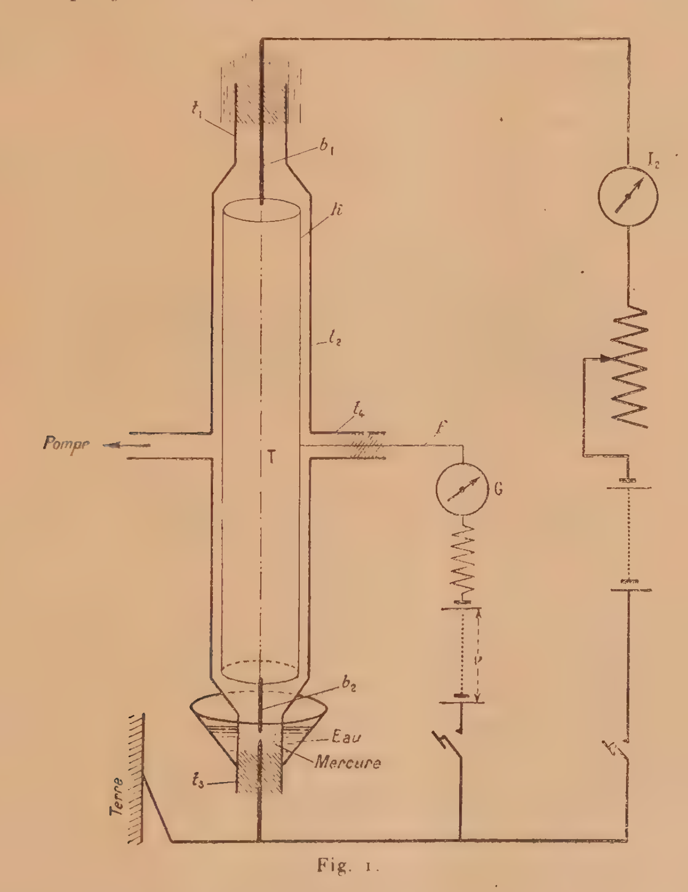


Fig. 1.

mités, étaient attachées des baguettes de cuivre b_1 et b_2 de 4^{mm} de diamètre. L'une de ces baguettes passait par le tube de verre t_1, soudé sur un tube plus large t_2 dans lequel on étudiait l'émission. La baguette b_2 pendait

(1) Séance du 14 février 1929.

librement dans le tube t_2 et plongeait au bas dans le mercure. Afin d'éviter l'influence de la vaporisation du mercure, le tube t_3 était entouré d'un vase contenant de l'eau froide.

On faisait passer par le tube de cuivre T un courant d'intensité I_2.

Le tube T constituait l'une des électrodes; l'autre était formée par un tube de cuivre K amené au potentiel voulu par le fil f relié à la batterie d'accumulateurs. Le fil amenant le courant au tube T était mis en communication avec la terre. Le tube t_2 vidé par une pompe à diffusion est amené à la pression de 10^{-6} mm. Enfin le tube K est porté au potentiel v. On mesure alors avec le galvanomètre G le courant thermo-ionique entre T et K; on détermine le potentiel v, le courant de chauffage I_2 et la résistance R du tube T.

L'expérience faite avec un tube T vide de sels ne donne aucun courant thermo-ionique. Le même tube rempli de $NiCl^2$ donne au contraire une émission thermo-ionique. La figure 2 donne l'intensité du courant observé

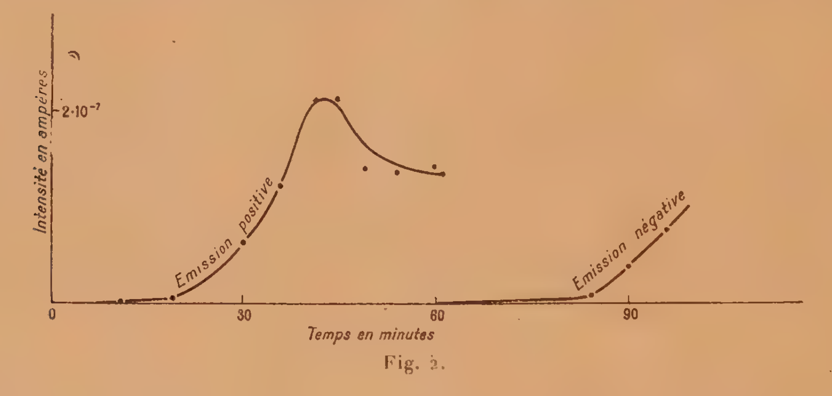


Fig. 2.

en fonction du temps. Le tube k était porté au potentiel de 80 volts.

On voit d'après ces courbes que l'émission positive se produit beaucoup plus rapidement que l'émission négative.

La figure 3 donne l'émission thermo-ionique en fonction du potentiel du tube. On remarquera que l'émission thermo-ionique positive existe même quand le tube est porté au potentiel zéro.

Après un chauffage d'une heure, l'intérieur du tube T était rempli de flocons de cuivre, dont la formation réduisait considérablement l'épaisseur du tube. La figure 4 montre la répartition de ces flocons à l'intérieur du tube, en même temps la résistance du tube devient quatre fois plus grande qu'elle ne l'était au début du chauffage.

La même expérience a été répétée avec des résultats analogues en

remplissant le tube de $CrCl^3$ ou de $CaCl^2$, mais les effets sont plus petits avec ces sels qu'avec le $NiCl^2$.

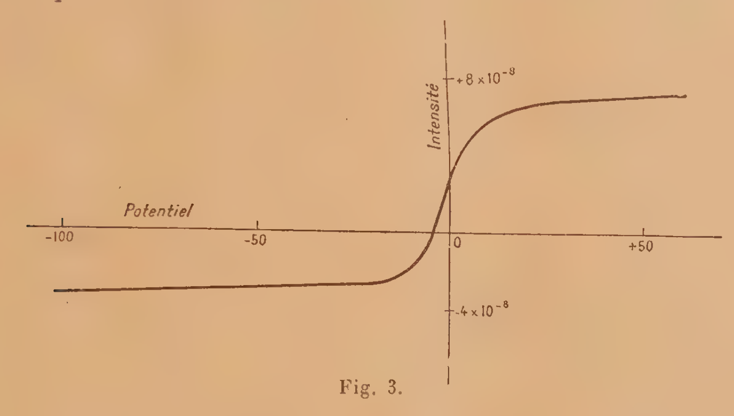


Fig. 3.

Au cours de ces expériences, il se dépose sur les parois du tube de cuivre K un sel contenant du nickel et du chlore.



Fig. 4.

De ces recherches nous concluons que l'effet des sels sur les métaux est accéléré lorsque le métal est porté à un potentiel positif.

MAGNÉTISME. — *Sur le* sondage *magnétique des arbres de machines.* Note de M. **J. Peltier**, présentée par M. A. Cotton.

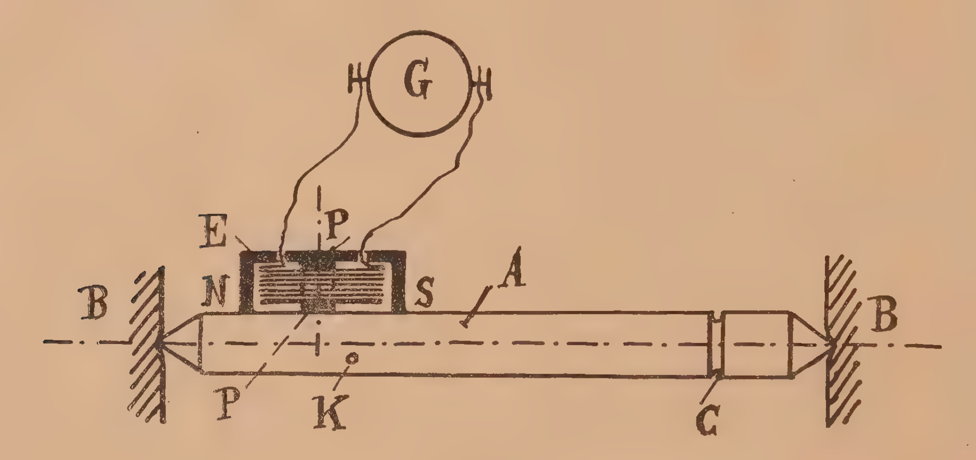
Ces recherches, basées sur les variations probables de la perméabilité magnétique dans un milieu non homogène, ont pour but de déceler, à l'intérieur de pièces de révolution l'existence de pailles ou soufflures, ou causes invisibles capables d'en compromettre la résistance mécanique.

Mes essais ont porté sur des éprouvettes cylindriques tournées au diamètre de 20^{mm} sur une longueur d'environ 450^{mm}.

Après avoir réalisé différents appareils, je me suis arrêté au dispositif représenté par la figure et qui m'a donné les meilleurs résultats.

J'ai placé l'éprouvette à étudier, A, entre deux pivots B, la gorge C permettant l'entraînement à l'aide d'une ficelle et d'une poulie non repré-

sentées, puis utilisé comme appareils de mesure un galvanomètre G, sensible à moins de $\frac{1}{10}$ de microampère et un électro-aimant polarisé E, en la circonstance un écouteur téléphonique de 2000 ohms analogue à ceux



utilisés en T. S. F. Les extrémités de son enroulement étaient directement connectées aux bornes du galvanomètre.

Faisant alors reposer l'électro-aimant polarisé sur un bâti solidaire des pivots B, de telle sorte que la distance entre les deux pôles d'aimant N, S et la surface de l'éprouvette soit à peine égale à 1^{mm}; puis animant l'éprouvette d'un mouvement modéré de rotation autour de son axe, j'ai pu observer une très légère déviation du galvanomètre à chaque tour; et cela quelle que soit la position de E par rapport aux extrémités de A.

Effectuant un *examen macrographique* sur diverses sections droites de ladite éprouvette, j'ai pu conclure à une insuffisance d'homogénéité du métal, et d'autre part croire aussi à *un très léger écart entre l'axe mathématique et l'axe pratique de rotation de* A.

Je répétai alors mes expériences sur une éprouvette semblable où une cavité K, figurant une paille, avait été forée (trou d'environ 2^{mm} de diamètre et 7^{mm} de profondeur perpendiculaire à la surface du barreau).

Afin de corriger l'erreur due à l'imperfection de centrage, j'ai réalisé le contact entre les pièces polaires N, S et l'éprouvette A; dans ces conditions, la distance du noyau P de la bobine à la surface de A restait rigoureusement constante, soit environ $\frac{2}{10}$ de millimètre, *et pendant le mouvement de rotation de* A *devant* E (relativement fixe), *je n'ai observé aucun courant induit, sauf au moment où l'axe de* P ou de l'une des pièces polaires *était au voisinage immédiat de la section renfermant le défaut* K.

A ce moment alors, et pour chaque mouvement de révolution, *le galvanomètre déviait très nettement de part et d'autre de sa position d'équilibre.*

Il est possible d'augmenter la sensibilité de l'appareil en adaptant à la sortie de l'électro-aimant polarisé un amplificateur analogue à ceux utilisés en T. S. F.; *permettant de remplacer éventuellement le galvanomètre par un haut-parleur*, lequel donnerait des sons audibles pour des vitesses de rotation assez grandes. L'ensemble constituerait un appareil plus industriel.

Mes conclusions sont donc les suivantes :

1° Le dispositif étudié permet de déceler rapidement l'existence de très petites cavités dans des pièces de révolution. Dans le cas de pièces reconnues saines, il sera possible d'en étudier les vibrations en plaçant l'appareil à une très faible distance de leur surface. (Cas des arbres de turbines en mouvement, par exemple.)

2° L'intensité du courant induit est d'autant plus grande que la cavité est plus importante ou plus excentrée par rapport à l'axe de la pièce soumise à l'essai; ce qui montre que les défauts compromettant le plus la résistance mécanique seront repérés le plus facilement.

PHOSPHORESCENCE. — *Sur un nouveau procédé de préparation du sulfure de zinc phosphorescent.* Note de MM. **R. Coustal** et **F. Prevet**, présentée par M. Jean Perrin.

On obtient du sulfure de zinc phosphorescent en faisant exploser un mélange intime de zinc et de soufre en poudre impalpable. Les phosphorogènes, ou les corps dont on veut étudier l'action sur la phosphorescence, sont incorporés au mélange avant explosion.

La méthode offre l'avantage de permettre d'étudier l'action de subtances que l'on ne saurait songer à introduire lors d'une préparation comportant une cuisson prolongée. C'est ainsi que des produits phosphorescents doués de particularités nouvelles ont été obtenus par l'incorporation de produits volatils tels que l'iode et le phosphore.

La méthode a en outre l'avantage de permettre bien plus facilement que les méthodes anciennes la reproduction à volonté de matières phosphorescentes à propriétés toujours identiques à elles-mêmes.

Les sulfures de zinc obtenus se présentent sous la forme de cristaux de würtzite enchevêtrés et formant une masse d'apparence spongieuse très blanche.

Le rendement en produit utilisable est en raison inverse de la violence de l'explosion qui elle-même dépend beaucoup des conditions de préparation du mélange : Il y a des mélanges qui détonent au choc avec une extrême violence, d'autres explosent au contact d'une flamme, d'autres enfin fusent après un amorçage pénible de la réaction.

Il est indispensable d'employer du zinc en poudre absolument impalpable (grains d'épaisseur de l'ordre du micron). Le soufre n'a pas besoin d'être en poudre aussi fine.

Influence des proportions relatives de soufre et de zinc. — Si l'on prépare des mélanges dans lesquels la richesse en zinc croît progressivement, on constate un maximum de violence explosive (correspondant à un rendement presque nul en produit utilisable) pour le mélange correspondant à la formule S 1^g, Zn $3^g,3$, au lieu de S 1^g, Zn 2^g correspondant à la formule ZnS.

Pour avoir des produits bien phosphorescents, la teneur en zinc doit être — par gramme de soufre — comprise entre $1^g,5$ et 2^g.

D'une manière générale, un excès de zinc, déplace la teinte de phosphorescence du côté des grandes longueurs d'onde, et fait décroître la persistance.

Influence des substances étrangères incorporées au mélange zinc-soufre. — En règle générale, les substances ajoutées en masse appréciable diminuent la vivacité de la réaction qui ne s'amorce plus que difficilement lorsqu'on atteint 10 pour 100 de matière étrangère. Presque tous les corps, simples ou composés, ont une action propre sur la phosphorescence.

Dans le cas où le phosphorogène est le cuivre, les halogènes ainsi que le phosphore et ses composés verdissent ou bleuissent la couleur de phosphorescence, et ils en augmentent l'intensité et la persistance. Les métaux jaunissent au contraire la teinte et diminuent la persistance. L'uranium fait exeption : il provoque une phosphorescence très belle.

Avec le phosphorogène manganèse, il est difficile d'obtenir des produits homogènes.

Influence de l'atmosphère dans laquelle on produit l'explosion. — L'explosion se produit très facilement dans une autre atmosphère que l'air, et même dans le vide (on l'amorce alors par un court circuit provoqué dans un fil de zinc).

Avec le phosphorogène cuivre, on a les résultats suivants :

Dans l'azote. — Phosphorescence plus verte que dans l'air mais moins intense.

Dans le gaz sulfureux. — Phosphorescence plus verte que dans l'air et plus intense et persistante.

D'une façon générale, les sulfures préparés par explosion ont une phosphorescence qui est excitée surtout par les rayons violets du spectre; on peut les rendre plus sensibles aux rayons moins actiniques par l'incorporation d'iode, de phosphore, et surtout en imprégnant le mélange zinc-soufre de gaz sulfureux liquéfié, jusqu'à faire une pâte qui brûle en fusant si l'on amorce la réaction par un peu de produit sec.

On peut, par cette même méthode de l'explosion, préparer un séléniure de zinc fluorescent mais non phosphorescent, sauf en quelques points où peut-être se trouvaient des traces de soufre; et un tellurure un peu fluorescent.

Dans toutes ces expériences, les fumées provenant des explosions sont extrêmement toxiques, et il convient de se protéger par l'emploi de masques convenables.

POUVOIR ROTATOIRE. — *Théorie de l'activité optique dans un milieu homogène*. Note (¹) de M. **R. de Mallemann**, présentée par M. A. Cotton.

Nous avons montré comment il était possible de construire une théorie moléculaire générale de l'activité optique, accessible au contrôle de l'expérience, en explicitant dans les équations ordinaires de la propagation de la lumière les actions mutuelles des *atomes* ou groupes d'atomes. La théorie devient particulièrement suggestive par la considération du *vecteur rotatoire*, défini dans une Note antérieure. Nous nous proposons de préciser le rôle de ce vecteur dans les équations générales, qu'il permet d'écrire sous une forme très simple et d'interprétation immédiate.

Soit $\vec{R}$ le vecteur rotatoire de composantes :

$$(1)\quad r = \rho_{xx}\alpha + \rho_{xy}\beta + \rho_{xz}\gamma, \qquad s = \rho_{yx}\alpha + \rho_{yy}\beta + \rho_{yz}\gamma, \qquad t = \rho_{zx}\alpha + \rho_{zy}\beta + \rho_{zz}\gamma.$$

α, β, γ désignent les cosinus directeurs de la *normale* à l'onde. Les coefficients tensoriels ρ_{xx} ... sont les susceptibilités rotationnelles ou *dissymétries* du milieu ($\rho_{xx} = \Sigma x \rho_x$ etc.); ils dépendent seulement des coordonnées atomiques (x, y, z) et des susceptibilités ordinaires des atomes, mesurées par les refringences atomiques. Ces coefficients sont numériquement calculables pour toute structure définie du milieu (solide ou fluide), et leurs valeurs englobent, dans le cas général, l'effet du *champ intermoléculaire*. Nous avons déjà donné plusieurs exemples de ces calculs : molécule tétraédrique, molécule octaédrique (type des complexes), enfin cristal uniaxe, du

(¹) Séance du 25 février 1929.

type quartz. Les nombres obtenus sont bien du même ordre de grandeur que les valeurs expérimentales.

L'équation des vitesses normales s'écrit :

$$(2)\qquad V^4 - V^2\left[v_1^2+v_2^2+\frac{\sigma^2a^2b^2c^2}{V_0^4}R'^2\right]+v_1^2v_2^2-\frac{\sigma^2a^2b^2c^2}{V_0^2}R^2\sin^2\chi=0.$$

v_1 et v_2 désignent les vitesses qui correspondraient à la direction normale (α, β, γ) dans le corps *inactif*, a, b, c les vitesses *principales*, R' le vecteur auxiliaire $V_0 R/a, b, c$, et χ l'angle du vecteur rotatoire R avec la normale à l'onde. D'où :

$$(3)\qquad (V_1-V_2)^2=v_1^2+v_2^2+\frac{\sigma^2a^2b^2c^2}{V_0^4}R'^2-2\sqrt{v_1^2v_2^2+\frac{\sigma^2a^2b^2c^2}{V_0^2}R^2\sin^2\chi}.$$

Le pouvoir rotatoire est *isotrope* quand $\rho_{xx}=\rho_{yy}=\rho_{zz}=\rho$; $\rho_{xy}=0$, etc.; dans ce cas, $\chi=0$; le vecteur rotatoire est toujours *normal à l'onde* et on a

$$(4)\qquad (V_1-V_2)^2=(v_1-v_2)^2+\frac{\sigma^2a^2b^2c^2}{V_0^4}R'^2=(v_1-v_2)^2+\frac{\sigma^2}{V^2}v_1^2v_2^2\rho^2.$$

en remarquant qu'ici : $V_1V_2=v_1v_2$, c'est-à-dire $n_1n_2=n_{01}n_{02}$.

L'équation (4) exprime le principe de superposition, qui s'applique exactement, dans ce cas particulier, sous sa forme élémentaire : la biréfringence elliptique n_1-n_2 est la résultante de la biréfringence rectiligne $n_{01}-n_{02}$ et d'une biréfringence circulaire $\frac{8\pi^2}{\lambda}\rho$, c'est-à-dire d'un pouvoir rotatoire *constant* égal à $\frac{8\pi^2}{\lambda^2}\rho$.

Il n'en est plus de même quand le pouvoir rotatoire est *anisotrope*. Le vecteur rotatoire est, en général, incliné sur la normale ($\chi\neq 0$), sauf quand celle-ci coïncide avec une des directions principales *rotationnelles*, et, d'après (3), il n'existe plus de superposition simple en dehors de ces trois directions particulières. Toutefois, en raison de la petitesse du terme en $\sin^2\chi$ par rapport à v_1, v_2, on peut écrire

$$(5)\qquad (V_1-V_2)^2=(v_1-v_2)^2+\frac{\sigma^2a^2b^2c^2}{V_0^2}\left(\frac{R'^2}{V_0^2}-\frac{R^2\sin^2\chi}{v_1v_2}\right)$$

et les phénomènes se réduiront encore pratiquement à la superposition de la biréfringence ordinaire et d'un effet rotatoire, mais ce dernier dépend lui-même de la biréfringence du milieu. Le pouvoir rotatoire de superposition ainsi défini n'est plus exactement égal au pouvoir rotatoire *normal*. Si l'on remplace a^2, b^2, c^2, v_1, v_2 par une valeur moyenne v_m^2, dans les termes

rotationnels, la parenthèse se réduit à $\frac{R^2 \cos^2\chi}{v_m^2}$; on retrouve ainsi le principe de superposition simple, étendu au pouvoir rotatoire normal *anisotrope*, comme cas limite, applicable aux biréfringences faibles.

Les directions pratiquement intéressantes sont celles des axes optiques. Dans un corps actif, la surface des vitesses normales se compose de deux nappes entièrement séparées ([1]). On doit donc définir ici les axes optiques comme les directions suivant lesquelles les deux elliptiques privilégiés deviennent circulaires ([2]) ($k = \pm 1$). L'elliptique le plus rapide correspond à la nappe extérieure, mais son grand axe devient son petit axe, quand sa direction de propagation croise d'une certaine manière la direction d'un axe optique. Chacune des deux ellipticités passe donc par un maximum et par un minimum, qui peuvent être infini et nul. Il existe dans ce cas deux directions de *pure biréfringence* (le vecteur rotatoire est à peu près dans le plan d'onde); les deux elliptiques sont alors rectilignes, après quoi leurs sens de gyration respectifs s'*inversent*. La variation du pouvoir rotatoire et son *changement de signe* sont donc parfaitement continus, malgré la séparation des deux nappes de la surface. Dans la direction d'un axe optique ($v_1 = v_2$, $\beta = 0$):

$$V_1 - V_2 = \frac{\sigma}{V_0}(r\alpha c^2 + t\gamma a^2), \qquad (\rho) = \frac{8\pi^3}{\lambda^2} n_1 n_2 \left(\frac{r\alpha^2}{n_z^2} + \frac{t\gamma^2}{n_x^2}\right).$$

Ajoutons enfin que, d'après la théorie moléculaire, les classes de cristaux actifs *possédant un plan de symétrie*, admises par certains cristallographes, ne peuvent exister. La surface rotatoire (inverse) se réduirait à un cylindre hyberbolique, ayant son axe dans le plan de symétrie, et les trois dissymétries principales seraient nulles ([3]).

([1]) Les deux nappes peuvent néanmoins se toucher, dans le cas tout à fait particulier où la rotation s'annulerait dans la direction des axes optiques.

([2]) Le déplacement est toujours rigoureusement dans le plan d'onde. Les ellipticités dépendent des angles du vecteur R avec les axes des ellipses; quand la rotation est isotrope, ces angles sont droits, et l'on a $k_d k_g = -\frac{v_2}{v_1}$.

([3]) On sait qu'il n'existe aucun exemple de corps ayant une telle structure.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Quelques phénomènes chimiques reliés à la contraction de l'hydrogène dans les tubes à décharges*. Note de M. **René Delaplace**, présentée par M. Jean Perrin.

Nous avons montré (¹) que dans les tubes à décharges en Pyrex, sans robinets, ni rodages et dont les parois ont été soigneusement nettoyées par chauffage dans le vide à 400°, on observe une *contraction irréversible* de l'hydrogène mais que de l'oxyde de carbone et du méthane apparaissent. Ce phénomène peut s'expliquer sans faire intervenir une polymérisation de l'hydrogène sous sa forme triatomique.

Plusieurs facteurs devaient être étudiés :

1° *L'influence des électrodes à l'état de la paroi interne du tube*. — Il était facile d'éliminer l'influence éventuelle de gaz contenus dans les électrodes d'aluminium en provoquant leur fusion dans le vide au moyen d'une décharge puissante, fusion qui donne à l'électrode primitivement cylindrique une forme sphérique et qui permet l'extraction des gaz occlus dans le métal. Après ce traitement et au cours des expériences, les électrodes et la paroi de Pyrex qui les entourait étaient fortement refroidies par un violent courant d'air comprimé.

Nous avons remarqué d'autre part que l'état de la surface interne du tube était sans influence sur l'allure du phénomène. Après lavage acide, neutre ou basique de la paroi interne du tube à décharge, la contraction observée reste la même ainsi que les quantités d'oxyde de carbone et de méthane émises.

2° *Dissociation du verre par les radiations émises par le tube*. — Thomson a montré (²) l'existence à l'intérieur des tubes à décharge lumineux de radiations qui ne sont pas assez pénétrantes pour traverser le verre, mais qu'il est cependant possible de déceler électriquement. On pouvait attribuer à ces radiations la faculté de dissocier la paroi interne du tube comme le font les rayons cathodiques.

Si dans notre tube à décharge contenant un peu d'hydrogène pur nous bombardons un fragment de verre Pyrex par des rayons cathodiques, l'analyse des gaz extraits nous donnera les chiffres suivants :

(¹) *Comptes rendus*, 187, 1928, p. 225.
(²) *Phil. Mag.*, 6ᵉ série, 49, 1925, p. 761.

	Composition du gaz (en cm^3).	
	Avant la décharge.	Après la décharge.
Hydrogène	0,29	0,55
Anhydride carbonique	–	0,02
Oxyde de carbone	–	0,06
Méthane	–	0,02

Ainsi le bombardement par des rayons cathodiques d'un fragment de verre Pyrex a fait apparaître $0^{cm^3},26$ d'hydrogène, de l'anhydride carbonique, de l'oxyde de carbone et du méthane. Ce phénomène expliquerait l'apparition du méthane et de l'oxyde de carbone, et l'on pourrait dire que dans le type de décharge que nous avons utilisé, les radiations émises par le tube ne sont pas suffisamment pénétrantes pour extraire de la paroi interne du tube une quantité d'hydrogène dissoute ou absorbée qui compenserait le déficit en hydrogène que nous indique l'expérience.

Si, dans le même tube et dans les mêmes conditions expérimentales que pour l'hydrogène pur, nous soumettons du CO^2 pur à la décharge, nous trouvons les résultats analytiques suivants :

	Composition du gaz		
	avant la décharge.	après la décharge.	Bilan théorique.
	cm^3	cm^3	
CO^2	0,84	0,35	0,35
Oxyde de carbone	–	0,48	0,49
Oxygène	–	0,11	0,245
Hydrogène	–	0,04	–
Méthane	–	0,02	–

Ainsi le CO^2 a été dissocié en ses éléments suivant la formule

$$2CO^2 \rightarrow 2CO + O^2,$$

mais les éléments de la dissociation n'ont pas résisté intégralement à l'action de la décharge puisque : 1° de l'oxyde de carbone et de l'oxygène ont disparu; 2° de l'hydrogène et du méthane ont apparu.

La disparition anormale de l'oxygène s'explique par le fait qu'il y avait des vapeurs de mercure dans le tube (malgré la neige carbonique et l'acétone à — 50°), vapeurs qui furent oxydées et dont la réduction ultérieure provoquera une contraction anormale de l'hydrogène.

Conclusion. — Cette dernière expérience nous montre l'importance de la vapeur de mercure adsorbée sur les parois du tube, surtout lorsqu'elle est

soumise à une action oxydante. Mais si elle explique parfois la contraction de l'hydrogène par réduction d'oxydes dans le tube elle n'explique pas la présence d'oxyde de carbone et de méthane, celle-ci s'expliquerait par la dissociation du verre sous l'influence des radiations émises dans le tube, mais nous verrons que l'origine de cette dissociation est tout à fait différente.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la préparation de l'alcool allylique.* Note de MM. **Raymond Delaby** et **Pierre Dubois**, présentée par M. A. Béhal.

Les recherches précédemment exposées [1] sur la pyrolyse comparée des formines de la glycérine de constitution connue et des formines isolées du produit de l'estérification directe de la glycérine par l'acide formique ont montré qu'il faut, dans cette dernière opération, atteindre le stade diformine pour obtenir l'alcool allylique avec un bon rendement.

Nous avons donc cherché à orienter la réaction vers la production du mélange de diformines. L'application des notions physico-chimiques relatives à l'estérification nous a conduits, pratiquement, aux conditions optima suivantes : emploi d'acide formique, celui-ci en excès, et de glycérine aussi anhydres que possible; deux estérifications successives d'assez courte durée, avec élimination dans le vide, et chaque fois, de l'acide dilué; pyrolyse régulière, sans surchauffe, du produit obtenu. L'étude des formines nous a montré, en effet, que la limite d'estérification est rapidement atteinte, que la vitesse d'hydrolyse des formines est considérable et que leur décomposition par la chaleur se fait très facilement,

Exemple. — On met en œuvre 184^{g} de glycérine anhydre, 300^{g} d'acide formique à 96 pour 100, et l'on chauffe au bain d'huile sous 110-120^{mm}. La distillation commence vers 65° (température de la masse) et l'on règle le chauffage pour un débit de quelques gouttes par minute. Au bout de 2 heures, la température d'ébullition du mélange tend à s'élever : on diminue progressivement la pression pour que le débit reste le même sans augmenter notablement la température. Après 1 heure de ce régime, on atteint 40^{mm} de mercure; on pousse rapidement à 110°, puis laisse refroidir. Le résidu pèse 270^{g} (théorie pour une diformine : 296^{g}) et le distillat est de l'acide formique à 64 pour 100 (214^{g}).

Pour la seconde estérification, 200^{g} d'acide formique à 96 pour 100 sont ajoutés au résidu. L'opération est conduite de la même manière : au bout d'un quart d'heure,

---

(1) *Comptes rendus* 187, 1928, p. 767 et 949.

le liquide commence de distiller à 63° sous 80^{mm} et l'on raréfie progressivement jusqu'à 35^{mm}; la température atteint 135° en 1 heure 15 minutes. Le résidu pèse 297^{g} et il a distillé 174^{g} d'acide formique à 83 pour 100.

La pyrolyse se fait à la pression ordinaire entre 200° et 250°. On règle sa vitesse en suivant le dégagement gazeux : elle se fait très régulièrement aux environs de 215°-220° et elle est achevée en 1 heure. Pour éviter la formation d'acroléine, il est bon de ne maintenir le résidu à 250° que pendant peu de temps. Ce résidu (16^{g}) est de la glycérine qui peut être estérifiée à nouveau.

Le distillat (190^{g}) se sépare en deux couches; tel quel, on le saponifie par un excès de lessive de soude. Ce qui distille en dessous de 100° est séché plusieurs fois sur carbonate de potassium; par rectifications, 80^{g} d'alcool allylique passent finalement entre 96° et 98°, soit près de 70 pour 100 du rendement théorique. Sur de plus grandes quantités, on peut compter sur 73-75 pour 100 : les pertes au séchage sont moins importantes.

Le rendement ainsi obtenu dépasse largement ceux des préparations indiquées assez récemment. Ce résultat est mis en évidence par la comparaison des nombres suivants rapportés à 1^{kg} de glycérine mise en œuvre :

	Koehler (¹).	Organic Syntheses (²). Acide à 85 %.	Organic Syntheses (²). Acide à 90 %.	Procédé décrit.
Acide formique anhydre consommé	567^{g}	723^{g}	765^{g}	711^{g}
Glycérine récupérée	250	50 à 100^{cm^3}	non indiqué	87
Alcool allylique isolé...	320	285^{g} à 295^{g}	315^{g} à 340^{g}	435

CHIMIE ORGANIQUE. — *Déshydratation de quelques α-glycols symétriquement disubstitués et isomérisation des oxydes d'éthylène correspondants. Influence des capacités affinitaires relatives des radicaux cycliques et acycliques.* Note de Mlles **Jeanne Lévy** et **Frajda Gombinska**, présentée par M. Béhal.

La déshydratation des glycols Ar — CHOH — CHOH — R et l'isomérisation des oxydes d'éthylène correspondants peut théoriquement, étant donnés les phénomènes de migration possible, conduire aux trois produits suivants (Ar étant un radical cyclique et R un radical acyclique)

$$Ar - CO - CH^2 - R; \quad Ar - CH^2 - CO - R \quad \text{et} \quad Ar - CH(R) - CHO.$$

La nature du produit formé dépend, pour les glycols, de la position de l'oxhydryle

(¹) *Bul. Soc. chim.*, 4e série, 13, 1913, p. 1104.

(²) *Organic Syntheses*, 1, 1921, p. 15.

qui s'élimine dans la déshydratation, et pour les oxydes d'éthylène du lieu de la rupture de l'une des liaisons de l'oxygène oxydique. Ces deux phénomènes dépendent eux-mêmes des capacités affinitaires des radicaux Ar et R, l'élimination de l'oxhydryle dans les glycols et la rupture d'une des liaisons de l'oxygène oxydique ayant toujours lieu du côté du radical à forte capacité affinitaire.

Pour vérifier cette règle nous avons étudié systématiquement la déshydratation d'un certain nombre de glycols et d'oxydes d'éthylène dans lesquels Ar est un phényle ou un anisyle et R un des radicaux acycliques suivants CH^3, C^2H^5, $n\,C^3H^7$, $i\,C^3H^7$, et $CH^2-C^6H^5$.

Pour compléter cette étude nous avons également examiné le comportement des iodhydrines dérivés des mêmes glycols lorsqu'on leur enlève HI par l'action du nitrate d'argent ou de HgO. Comme les résultats qu'on obtient dans ce dernier cas sont nettement différents de ceux très réguliers et identiques fournis par la déshydratation des glycols et l'isomérisation des oxydes d'éthylène nous ne publierons dans la présente Note que ceux concernant ces deux dernières réactions.

I. *Glycols*. — Pour les glycols Ar — CHOH — CHOH — R, nous avons constaté que, traités à chaud par l'acide sulfurique dilué, conformément aux prévisions théoriques et d'accord avec les quelques exemples connus, c'est toujours l'oxhydryle, placé au voisinage du radical cyclique, qui est éliminé; il y a formation de la cétone $Ar-CH^2-CO-R$, d'après l'un des deux mécanismes suivants entre lesquels il est difficile de choisir :

Ar — CHOH — CHOH — R ⟨ Ar — CHOH — CHOH — R ; Ar — CHOH — CHOH — R ⟩ Ar — CH² — CO — R.

II. *Oxydes d'éthylène*. — L'isomérisation des divers oxydes d'éthylène que nous avons étudiés conduit uniquement, par action de la chaleur en présence de catalyseurs, à des cétones du type $Ar-CH^2-CO-R$, identiques à celles obtenues à partir des glycols ci-dessus. L'examen des schémas ci-dessous montre que cette réaction s'explique uniquement par le mécanisme figuré en I :

Ar CH CH R (O) → Ar C(H) CH(O) R → I Ar — CH² — CO — R ; II (Ar)(R) > CH — CHO

Ar — CH — CH — R (O) → Ar — C(H)(O) — C < R → III ; IV Ar — CO — CH² — R

La rupture de l'oxygène oxydique a donc eu lieu du côté du radical cyclique, c'est-à-dire du radical dont la capacité affinitaire est la plus forte. On pourrait inversement conclure, s'il en était besoin, que la capacité affinitaire des divers radicaux acycliques envisagés dans cette étude est inférieure à celles des radicaux cycliques.

Nous avons consigné les résultats obtenus dans les huit cas étudiés jusqu'ici dans le tableau ci-dessous. Dans la première et la troisième colonne, nous avons mentionné les oxydes d'éthylène et les glycols étudiés; dans la deuxième colonne, nous avons énuméré les cétones isolées dans les isomérisations et les déshydratations. Ces cétones ont toutes été identifiées à des produits préparés synthétiquement de constitution certaine.

Nos.	Oxydes dérivant des carbures éthyléniques.	Cétones isolées dans l'isomérisation des oxydes d'éthylène et dans la déshydratation des glycols.	Glycols.
1.	Phényl-1-propène-1. $C^6H^5-CH=CH-CH^3$.	Phényl-1-propanone-2. $C^6H^5-CH^2-CO-CH^3$.	Phényl-1-propanediol-1.2. $C^6H^5-CHOH-CHOH-CH^3$.
2.	Phényl-1-butène-1. $C^6H^5-CH=CH-C^2H^5$.	Phényl-1-butanone-2. $C^6H^5-CH^2-CO-C^2H^5$.	Phényl-1-butanediol-1.2. $C^6H^5-CHOH-CHOH-C^2H^5$.
3.	Phényl-1-pentène-1. $C^6H^5-CH=CH-C^3H^7$.	Phényl-1-pentanone-2. $C^6H^5-CH^2-CO-C^3H^7$.	Phényl-1-pentanediol-1.2. $C^6H^5-CHOH-CHOH-C^3H^7$.
4.	Phényl-1-méthyl-3-butène-1. $C^6H^5-CH=CH-C^3H^7$ iso.	Phényl-1-méthyl-3-butanone-2. $C^6H^5-CH^2-CO-C^3H^7$ iso.	Phényl-1-méthyl-3-butanediol-1.2. $C^6H^5-CHOH-CHOH-C^3H^7$ iso.
5.	Diphényl-1.3-propène-1. $C^6H^5-CH=CH-CH^2C^6H^5$.	Diphényl-1.3-propanone-2. $C^6H^5-CH^2-CO-C^7H^7$.	Diphényl-1.3-propanediol-1.2. $C^6H^5-CHOH-CHOH-C^7H^7$.
6.	Paraméthoxyphényl-1-propène-1. $CH^3OC^6H^4-CH=CH-CH^3$.	Paraméthoxyphényl-1-propanone-2. $CH^3OC^6H^4-CH^2-CO-CH^3$.	Paraméthoxyphényl-1-propanediol-1.2. $CH^3OC^6H^4-CHOH-CHOH-CH^3$.
7.	Paraméthoxyphényl-1-butène-1. $CH^3OC^6H^4-CH=CH-C^2H^5$.	Paraméthoxyphényl-1-butanone-2. $CH^3OC^6H^4-CH^2-CO-C^2H^5$.	Paraméthoxyphényl-1-butanediol-1.2. $CH^3OC^6H^4-CHOH-CHOH-C^2H^5$.
8.	Paraméthoxyphényl-1-pentène-1. $CH^3OC^6H^4-CH=CH-C^3H^7$.	Paraméthoxyphényl-1-pentanone-2. $CH^3OC^6H^4-CH^2-CO-C^3H^7$.	Paraméthoxyphényl-1-pentanediol-1.2. $CH^3OC^6H^4-CHOH-CHOH-C^3H^7$.

Conclusions. — Dans la déshydratation des glycols bisecondaires ainsi que dans l'isomérisation des oxydes d'éthylène correspondants, le départ de l'oxhydryle et la rupture d'une des liaisons de l'oxygène oxydique a lieu du côté du radical à forte capacité affinitaire.

Les radicaux acycliques étudiés se montrent tous de capacité affinitaire inférieure à celle des radicaux cycliques.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la fluorescence des matières colorantes à la lumière de Wood.* Note (¹) de MM. **A. Seyewetz** et **J. Blanc**, transmise par M. V. Grignard.

Divers auteurs (²) ont utilisé la fluorescence que présentent certaines substances organiques à la lumière de Wood pour les caractériser, mais ce procédé n'avait pas été envisagé en vue de l'identification des matières colorantes, bien que l'on eût signalé les fluorescences caractéristiques de quelques-unes d'entre elles.

Nous avons soumis méthodiquement à l'action de la lumière de Wood les principaux colorants de chaque classe, à l'état de poudre, de solutions dans divers solvants, ou fixés sur les fibres textiles, afin de rechercher quels sont ceux qui présentent une fluorescence suffisamment caractéristique pour pouvoir être appliquée éventuellement à leur analyse.

Comme source de radiations ultraviolettes, nous avons utilisé un brûleur au mercure de Gallois (type H) dont les radiations filtrées par un verre de Wood à l'oxyde de nickel présentent une bande intense vers 3650 U. A. et quelques raies faibles vers 3500 et 3700 U. A.

A. Colorants en poudre. — Les colorants en poudre, qu'ils soient à l'état amorphe ou cristallisés, présentent une fluorescence nulle ou très faible qui ne peut être utilisée pour leur identification.

B. Examen des solutions. — Les colorants qui possèdent, en solution aqueuse ou hydro-alcoolique, une fluorescence nette et caractéristique, appartiennent aux classes suivantes :

Dérivés du diphénylméthane : Auramines et pyronines.

Dérivés du triphénylméthane, comprenant surtout les phtaléines (fluorescéine, ses dérivés halogénés et les rhodamines) et quelques dérivés de la rosaniline (fuchsines, vert lumière, violet rouge 4 RS).

Dérivés thiobenzényliques : Primuline et thioflavines.

Dérivés de la quinoléine et de l'acridine : Jaune et rouge de quinoléine, jaune et orangé d'acridine.

Dans la classe des *azoïques* les seuls colorants fluorescents sont ceux qui

---

(¹) Séance du 25 février 1929.

(²) Bayle, Fabre et George, *Bull. Soc. chim.*, 37, 1925, p. 108. — Audrant, *Bull. Soc. chim.*, 44, 1928, p. 203. — Lumière et Seyewetz, *Bull. Soc. chim.*, 37, 1925, p. 700. — Meunier et Bonnet, *Comptes rendus*, 181, 1925, p. 465.

proviennent de la diazotation et de la copulation de matières colorantes déjà fluorescentes. Les colorants *nitrés* sont dépourvus de cette propriété.

En étudiant les dérivés halogénés de la fluorescéine, on observe une diminution de fluorescence dépendant du nombre d'halogènes substitués et de la nature de ces halogènes, cette diminution étant croissante du chlore à l'iode. On remarque une action, dans le même sens, très marquée pour le groupement NO^2 et plus faible pour le groupement OH.

La fluorescence est perceptible pour une très grande dilution qui peut atteindre 1 millionième. Les concentrations comprises entre $\frac{1}{20\,000}$ et $\frac{1}{200\,000}$ semblent le mieux convenir à l'observation des solutions, l'intensité de fluorescence diminuant à mesure que l'on augmente la concentration.

Pour un même colorant, la fluorescence varie suivant le solvant employé. Certaines substances minérales (halogènes et halogénures alcalins, $Cr^2O^7K^2$, MnO^4K, NO^3Ag) atténuent ou détruisent même complètement la fluorescence.

C. Examen des fibres teintes. — La fluorescence d'une fibre teinte est perceptible même dans le cas de nuances très claires, mais elle diminue très rapidement d'intensité à mesure que la quantité de colorant fixe augmente. En irradiant les colorants fixés sur les fibres suivantes : laine, viscose, soie, coton, papier, acétylcellulose, on constate que la couleur de la fluorescence varie avec la nature de la fibre.

Les fibres non teintes possèdent généralement une légère fluorescence propre dont il convient de tenir compte. Certains traitements que l'on fait subir aux fibres, comme le tannage pour mordancer le coton, peuvent détruire la fluorescence.

D. Examen des solutions de démontage. — Les solutions obtenues par démontage du colorant fixé sur une fibre peuvent être utilisées pour caractériser les matières colorantes fluorescentes, les produits employés pour le démontage ne modifiant sensiblement pas la fluorescence. Si le colorant est fixé sur coton tanné, le démontage alcalin, dissolvant le tannin, détruit la fluorescence.

Conclusions. — Les observations précédentes ne constituent pas une méthode analytique pour colorants, mais sont utilisables au cours de l'analyse qualitative, par comparaison avec des types connus de matières colorantes, au même titre que les autres méthodes physiques ou chimiques.

MINÉRALOGIE. — *Sur la structure de l'uraninite cristalline du Katanga (Congo Belge)*. Note [1] de MM. **Assar Hadding** et **René van Aubel**.

L'un de nous a récemment décrit [2] des cristaux d'uraninite provenant du gîte de Kasolo (Katanga).

A Kasolo, l'uraninite est le minéral *primaire* — fort rare — dont dérive, par remaniement ascendant, la pechblende cryptocristalline — minerai habituel de ce gisement.

Il nous a paru intéressant d'étudier la structure de cette uraninite, par la méthode röntgenographique de P. Debye.

L'anticathode utilisée était en fer. Caractéristiques du courant : 65 kilovolts, 3 milliampères. Durée d'exposition : 20 minutes. Diamètre du film : 50^{mm}.

Un peu diffus, le diagramme obtenu n'a présenté aucune difficulté d'interprétation.

L'uraninite congolaise est cubique. Son réseau cristallin est celui d'un cube à faces centrées. La constante du réseau, c'est-à-dire la longueur des côtés du cube ou la distance entre deux faces parallèles, est 4,67 Å ($4,67 . 10^{-8}$ cm).

Dans le tableau ci-dessous, i représente l'intensité des raies spectrales; d la distance de ces raies, à partir du centre du spectre; d_c cette dernière distance, compensée et corrigée; φ le complément de l'angle d'incidence.

i.	d.	d_c.	φ.	$\sin^2\varphi$.	$R = \frac{\sin^2\varphi}{h^2+K^2+l^2}$.	(hkl).
3	33,4	31,6	18°9'	970	323	(111)
6	38,4	36,6	21.1	1286	429	(111)
4	40,6	38,8	22.17	1438	359	(200)
5	45,3	43,7	25.6	1799	450	(200)
1	49,0	47,4	27.12	2089	418	(210)
5	54,3	52,8	30.20	2551	425	(211)
2	57,7	56,3	32.20	2861	356	(220)
5	64,1	62,8	36.4	3466	433	(220)
3	67,6	66,4	38.7	3810	423	(221) (300)

(1) Séance du 25 février 1929.

(2) René van Aubel, *Sur la présence d'uraninite cristalline dans les gîtes uranifères de Kasolo* (Katanga), (*Comptes rendus*, 185, 1927, p. 586).

i.	d.	d_0.	φ.	$\sin^2\varphi$.	$R = \frac{\sin^2\varphi}{h^2+K^2+l^2}$.	(hkl).
2.......	71,0	69,8	40°.5′	4146	345	(222)
5.......	79,2	78,2	44.53	4980	415	(222)
3.......	81,0	80,0	45.55	5160	322	(400)
7.......	89,0	88,2	50.38	5977	427	(321)
7.......	92,0	91,3	52.25	6280	314	(420)
2.......	99,3	98,7	56.40	6980	436	(400)
8.......	105,7	105,2	60.25	7563	420	(330)
10.......	117,3	116,9	67.5	8484	424	(420)

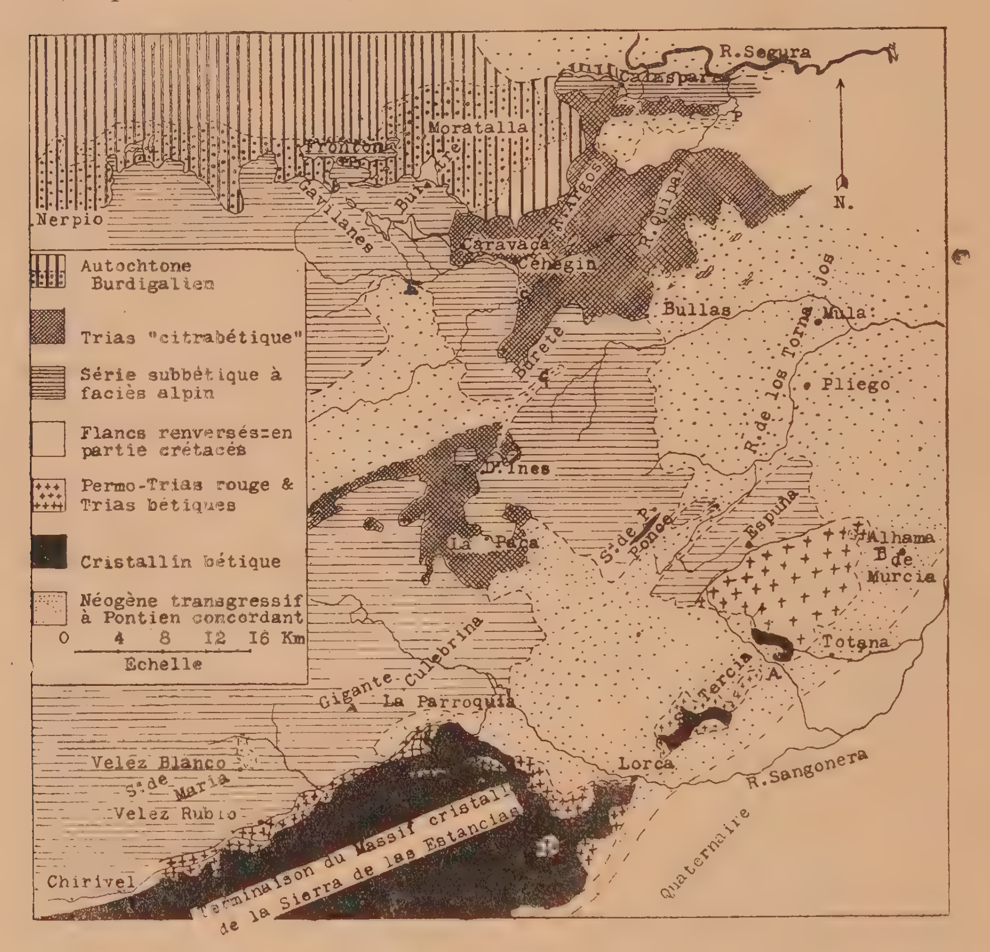
GÉOLOGIE. — *Sur la date des derniers phénomènes orogéniques dans les zones subbétique et bétique à hauteur de Caravaca.* Note de M. **P. Fallot**, présentée par M. Pierre Termier.

La figure ci-après, qui schématise la répartition des unités structurales étudiées sommairement selon la transversale de Caravaca (¹), y montre l'extension du Néogène. Des Pectinidés, que MM. Depéret et Roman ont eu la bonté de déterminer, permettent d'y dater les derniers épisodes orogéniques.

Le Miocène pris sous le front des chevauchements est le Burdigalien à *Pecten Beudanti* Bast. Les mollasses transgressives, postérieures aux charriages, contiennent à la Cª del Cotoner (C du croquis) *Flabellipecten Besseri* Anduj., *Fl. incrassatus* Partsch, *Æquipecten* cf *scabrellus* Lk; et, au Rincon de Egea (E) *Fl. incrassatus* Partsch, *P. benedictus* Lk, *P. Haueri* Mich., *P. opercularis* Lk, faune indiquant un âge vindobonien. A la Cª Carobera (G), la faune est indéterminée, burdigalienne ou helvétienne. Plus au Sud et dans la zone bétique, ce Néogène, très étendu, enveloppe les plis du Cristallin et entoure en partie l'Espuña. Sa transgression paraît remonter au Burdigalien. En effet, à Alhama, sa base comporte de puissants conglomérats, auxquels font suite des mollasses à *Aequipecten scabrellus* Lk. Ce niveau m'a fourni au Pavos de Alhama (B) *Pecten Paulensis* Font., *P. convexior* Alm. et Bof., *P. Haueri* Mich. La formation est donc nettement burdigalienne. Au haut de la Rª de Lebor (A) près Totana, à d'épais conglomérats succèdent des marnes à gypse, des mollasses, puis des marnes à *Amussium denudatum* Reuss, du Schlier, *A. Badensis* Font., *Flabellipecten incrassatus* Partsch, *Fl. Besseri* Anduj., *Clypeaster portentosus* Desm. La

(¹) *Comptes rendus*, 187, 1928, p. 988 et 1150; et 188, 1929, p. 67, 263, 404.

Sa Tercia est couronnée de mollasses calcaires plus élevées, mais encore vindoboniennes, à *Chlamys tauroperstriata* Sacc., *Chl. varius* Lk, *P. gloria maris* Dub. Le Vindobonien, sans Burdigalien défini à sa base, se retrouve avec la même constitution vers Lorca, où il supporte le Pontien concordant, et plus à l'Ouest, de part et d'autre de la Sierra de las Estancias.



Ainsi, selon la transversale considérée, le dernier paroxysme orogénique est antéburdigalien dans la zone bétique et, sans doute, dans une partie de la zone subbétique. Les preuves de charriages postburdigaliens sont limitées à une étroite bande frontale, très réduite par rapport à l'ensemble de la chaîne.

Ces faits autorisent un essai d'interprétation.

Les dislocations postburdigaliennes de Majorque et d'Ibiza se placent

dans une zone externe, homologue de celle de Moratalla-Nerpio-Jaen-Cabra. Le Vindobonien transgressif, simplement plissé, de Majorque-Formentera-Alicante-Alcala, la Real-Iznajar, etc., serait homologue de celui des alentours de Caravaca-Bullas.

Les derniers efforts orogéniques dont témoignent, au front, les chevauchements postburdigaliens, sont enregistrés dans les zones internes, peut-être par des discordances dans la série néogène (Totana), et, certainement, après le Pontien, dans l'édifice bétique réduit à l'état de matériel mort, par des ondulations à grand rayon de courbure. Celles-ci ont formé, avant le Pliocène supérieur, les massifs anticlinaux de la S^a^ Almenara, de la S^a^ de Carrascoy, de la ligne S^a^ de las Estancias-S^a^ Tercia-S^a^ de Alhama, et ont peut-être accusé le bombement de la S^a^ Nevada. On peut donc repousser l'hypothèse de Gentil qui voulait, par symétrie avec le Maroc, que le paroxysme orogénique principal fût tortonien en Andalousie.

Ces conclusions montrent dans les charriages subbétiques et bétiques un phénomène très antérieur *aux charriages prérifains qui sont posttortoniens*, et dans les ridements postpontiens bétiques un contre-coup direct des fortes dislocations postsahéliennes du Maroc septentrional.

On est en droit de se demander si l'effort orogénique dont sont nés ces charriages prérifains ne s'est pas heurté à un édifice subbétique et bétique *s. l.*, déjà incorporé au matériel mort européen, en se conformant à son contour et en n'y faisant naître que des ondulations.

GÉOLOGIE. — *L'extension du Crétacé dans la région méridionale du Rif occidental.* Note (1) de M. **Jean Lacoste**, présentée par M. Pierre Termier.

MM. Mrazec, Yovanovitch (2) et Abrard (3) ont noté des témoins crétacés, épars entre les vallées des Oueds Sebou et Ouergha. M. Daguin (4), citant des espèces valanginiennes récoltées chez les Cheragas, a annoncé

(1) Séance du 25 février 1929.

(2) Yovanovitch, *Le Maroc et ses perspectives en matière de pétrole* (*Revue pétrolifère*, **1**, 1922, p. 15-19) et *Levé géologique du Bassin du Sebou.*

(3) R. Abrard, *Sur quelques fossiles du Maroc* (*Bull. Soc. géol. de Fr.*, 4e série, **22**, 1922, *C. R. somm.*, p. 156).

(4) F. Daguin, *Contribution à l'étude géologique de la région prérifaine* (*Thèse*, Montpellier, 1927, p. 233-234-235).

l'extension vers le Nord des dépôts crétacés définis par M. Abrard [1] et par lui [2] dans le Prérif.

Des recherches récentes m'ont fait apparaître le rôle capital joué par ces terrains dans la région méridionale du Rif (Moyen Ouergha).

Ils affleurent fréquemment dans une zone qui s'allonge parallèlement à la vallée de l'Ouergha, au Sud de cet oued, sur une distance de 70^{km} environ, de Mjara à Aïn-Aïcha, et qui se prolonge probablement vers le Nord-Ouest et le Sud-Est, au delà de ces points.

Il est possible de dater ces terrains du Valanginien à l'Albien supérieur.

Le Valanginien est représenté par des calcaires marneux correspondant au Berriasien, et par un faciès nettement bathyal, à fossiles pyriteux des zones supérieures du Valanginien : *Kilianella Roubaudiana* D'Orb., *Neocomites neocomiensis* D'Orb., *Thurmannia Thurmanni* Piet, *Duvalia Emerici* D'Orb., *Lissoceras Grasianum* D'Orb., *Neocomites Teschenensis* Uhl., etc.

A l'Hauterivien appartiennent : *Crioceras* aff. *Duvali* Lev., *Acanthodiscus Vaceki* Neum. u. Uhlig, *Holcostephanus Astieri* D'Orb., *Holcostephanus Atherstoni* Sharpe., etc. et une grande abondance de *Phylloceras* du groupe *infundibulum* D'Orb.

Des formes très variées représentent le Barrêmien, de même faciès bathyal : *Desmoceras Sayni* Paquier, *Parahoplites angulicostatus* D'Orb., *Spitidiscus rotula* Sow., *Aptychus angulicostatus* Piet. et de Lor., *Pulchellia compressissima* D'Orb., *Puzosia Angladei* Sayn., *Silesites Seranonis* D'Orb., *Desmoceras* (*Barremites*) *stretiostoma* Uhlig, etc.

En de plus rares gisements existent quelques formes aptiennes : *Macroscaphites striatisulcatum* D'Orb., *Puzosia Melchioris* Tietze (Djebel Amergou), *Puzosia Emerici* Tietze (El Mrakine).

Des calcaires blancs, parfois dolomitiques, formant une crête longue et étroite, orientée NO-SE, sur la rive sud de l'Ouergha, doivent être rapportés à l'Albien. Chez les Slers, ils m'ont fourni : *Puzosia* aff. *mayoriana* D'Orb. *Latidorsella latidorsata* Mich.

Dans la même région, à la base des collines de Beni-Segdene, des marno-calcaires sont datés par *Mortoniceras inflatum* Sow.

Ce terrain crétacé apparaît comme le substratum très plissé de la région comprise entre l'Ouergha et la limite sud des feuilles 6 et 7 de la carte $\frac{1}{100\,000}$

---

(1) R. Abrard, *Préliminaires sur la stratigraphie du système prérifain* (*Maroc occidental*) (*Bull. Soc. géol. de Fr.*, 4e série, 21, 1921, *C. R. somm.*, p. 51).

(2) F. Daguin, *Ouvrage cité*, p. 235-265.

(Moulay bou Chta). Chez les Ouled M'Hammed, où il prend toute son ampleur il supporte manifestement les klippes liasiques, au Nord-Ouest d'Aïn-Aïcha.

Ce crétacé qui présente, par ses faciès et ses faunes, de très grandes analogies avec celui d'Algérie et des Baléares, précise l'emplacement de la zone profonde de ce détroit Sud-Rifain dont les dépôts néritiques ont été définis, dans le Prérif, par mes prédécesseurs.

GÉOLOGIE. — *Nouvelles observations sur le Stéphanien du Maroc occidental.* Note de M. **Édouard Roch**, présentée par M. Pierre Termier.

Le Stéphanien fossilifère, dont j'ai déjà mentionné brièvement la présence dans la vallée de l'oued Aït Moussi [1], est aussi très bien représenté dans la tribu des Ida ou Zal au nord-ouest de Taroudant, sur le flanc Sud du Haut-Atlas.

L'affleurement, que j'ai pu délimiter sur une longueur de plus de 25^{km}, paraît débuter sur la rive droite de l'oued des Aït Makhlouf, il se suit sans interruption vers l'Ouest jusqu'à Tamda, de là passe sous le Permo-Trias du djebel Tkhenkine pour réapparaître dans le lit de l'Aït Moussi en aval de Tirkou. Il se continue peut-être encore plus à l'Ouest dans le pays des Ida ou Tanan sans que l'on puisse à ce sujet émettre autre chose qu'une hypothèse.

Ce Houiller, qui avait été interprété par A. Brives et par L. Gentil, soit comme du Précambrien, soit comme du Dévonien, est partout fossilifère.

J'ai recueilli d'assez nombreux échantillons parmi lesquels MM. Paul Bertrand, P. Pruvost et P. Corsin, que je suis heureux de remercier ici, ont reconnu : *Pecopteris Candollei* Schloth., *P. hemiteloïdes* Brongnt, *P. Cyathea* Schl., *P. Monyi* Zeiller, etc., et *Anthracomya calcifera* Hind. Cette flore et cette faune indiquent le Stéphanien moyen au moins et peut-être le Stéphanien supérieur.

J'avais observé déjà que ce terrain est concordant avec le Permo-Trias dans la vallée de l'Aït Moussi. Au cours de nouvelles tournées dans le Bled des Ida ou Zal, je puis ajouter :

1° Entre el Mnizla et Talaïnt, dans cet ensemble de ravins que les indi-

---

(1) E. Roch, *Sur la présence du Stéphanien fossilifère au Maroc occidental* (*Bull. Soc. géol. Fr.*, 4e série, 27, 1927, *Compte rendu somm.*, p. 187).

gènes m'ont dit s'appeler Asif Gouariad, j'ai vu, avec une admirable netteté, que le Stéphanien fossilifère dont les couches plongent ici doucement vers le Nord, repose *en discordance stratigraphique* très nette sur les formations hercyniennes (peut-être le Dévonien) redressées à la verticale.

2° Ce Stéphanien, constitué par des conglomérats à ciment verdâtre, des grès verts et des schistes noirs charbonneux, passe *insensiblement*, vers le haut, à des conglomérats pourpres, des grès et des marnes rouges considérés comme permiens par tous les géologues au Maroc.

3° L'épaisseur maxima de ce Stéphanien est difficile à évaluer étant donnés les replis des couches : entre Ferk er Rih et Tamda, elle est certainement supérieure à 200^m. Vers Talaïnt, elle ne dépasse guère 50 à 70^m ; enfin, sur les rives de l'oued des Aït Makhlouf, on peut interpréter comme houillers quelques mètres seulement de schistes et de grès verts de la base du Permien, mais je n'ai pas trouvé de fossiles.

Une diminution d'épaisseur semble donc bien manifeste à mesure que l'on s'avance vers l'Est. De plus, ce même Houiller, si bien représenté au pied du Tizi n'Ferk er Rih, ne se retrouve pas au col même, c'est-à-dire à 700 ou 800^m plus au Nord en projection horizontale, car en ce dernier point le Permien ravine directement les formations hercyniennes.

En résumé, le Stéphanien moyen ou supérieur est représenté au Maroc ; il est discordant sur le Primaire plissé ; il passe insensiblement et en concordance au Permien rouge à la base duquel il est développé localement en lentilles.

C'est, à ma connaissance, le seul affleurement de Carbonifère de cet âge que l'on connaisse à ce jour, non seulement au Maroc, mais même dans toute l'Afrique du Nord.

Il n'a rien de commun avec le bassin houiller de Djerada récemment découvert par MM. Harroy et Brichant [1], ni avec les couches charbonneuses décrites par MM. L. Moret et L. Neltner [2] dans l'Atlas de Marrakech. Ces formations appartiennent au Dinantien et au Westphalien et sont affectées par le plissement hercynien.

---

(1) J. Harroy et A. Brichant, *Sur la découverte d'un bassin houiller au Maroc oriental* (*Comptes rendus*, 187, 1928, p. 656).

(2) L. Moret et L. Neltner, *Sur le Carbonifère de l'Atlas de Marrakech* (*Bull. Soc. géol. de Fr.*, 4e série, 29, 1929, *Compte rendu somm.*, p. 14).

ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE. — *Sur l'ionisation atmosphérique.* Note de MM. **Ch. Maurain** et **E. Salles**, présentée par M. G. Ferrié.

I. Dans ces dernières années ont été faites de nombreuses mesures des nombres des petits et des gros ions atmosphériques, avec des appareils identiques, d'une part en campagne (Val-Joyeux, S.-et-O.), d'autre part dans Paris (quartier du Val-de-Grâce). D'ailleurs la conductibilité électrique de l'atmosphère a été mesurée régulièrement au Val-Joyeux. Le détail des résultats sera publié ailleurs ([1]). Les moyennes générales des nombres d'ions par centimètre cube sont les suivantes :

	Val-Joyeux.	Paris.
Nombre n des petits ions positifs	345	86
Nombre n' des petits ions négatifs	283	70
Nombre N des gros ions positifs	1620	16710
Nombre N' des gros ions négatifs	1610	16700

Ces nombres manifestent que les gros ions sont, en campagne comme en ville, plus nombreux que les petits ions, et que le rapport est beaucoup plus grand en ville qu'en campagne. La faiblesse du nombre des petits ions dans les villes a été signalée par les auteurs, en très petit nombre, qui ont étudié à la fois les petits ions et les gros ions depuis la découverte de ceux-ci par P. Langevin; mais on admet généralement jusqu'à présent pour les nombres moyens de petits ions en pleine campagne des valeurs plus fortes que celles obtenues au Val-Joyeux, environ 700 ou 800. On doit remarquer que dans les appareils ou l'on dénombre par captation les petits ions, de gros ions sont captés en même temps que les petits; quand les dimensions et le débit de ces appareils sont calculés de manière que les conditions de captation de tous les petits ions soient dépassées de peu, le nombre des gros ions captés en même temps est faible, et l'on peut d'ailleurs l'évaluer si l'on fait aussi des mesures de gros ions; il était négligeable dans les mesures effectuées au Val-Joyeux; mais cette cause d'erreur est sans doute intervenue de manière importante dans beaucoup de mesures antérieures, en faisant attribuer au nombre des petits ions des valeurs trop fortes. Il est d'ailleurs possible que

([1]) Les mesures à Paris ont été faites par J. Mac Laughlin, qui en a rendu compte à l'Académie (*Comptes rendus*, **184**, 1927, p. 1183 et 1571). Les mesures au Val-Joyeux ont été faites avec la coopération de A. Garoux et J. Ravet.

le régime d'ionisation au Val-Joyeux soit encore influencé par le voisinage de l'agglomération parisienne.

II. Lorsqu'on connaît la conductibilité en même temps que le nombre des ions, on peut calculer la mobilité moyenne de ceux-ci. La conductibilité due aux ions d'un signe, + par exemple, est la somme des conductibilités dues aux petits et aux gros ions, $L = nek + NeK$, k et K étant les mobilités moyennes des deux sortes d'ions et e la charge élémentaire d'électricité. Au Val-Joyeux N est seulement 5 ou 6 fois plus grand que n, alors que k est plusieurs milliers de fois plus grand que K; NeK est donc négligeable devant nek, et la conductibilité se réduit pratiquement à celle due aux petits ions, $\lambda = nek$.

Le calcul de k a été fait d'après les moyennes mensuelles des six mois pendant lesquels les mesures ont été les plus nombreuses; on trouve pour la mobilité des petits ions positifs dans un champ de 1 volt par centimètre $1^{cm},51$, et pour la mobilité des ions négatifs $1^{cm},91$; les évaluations antérieures des mobilités des petits ions de l'atmosphère sont notablement plus faibles; celles obtenues ici ne sont pas très différentes des valeurs données récemment par M. Laporte comme conclusions de recherches de laboratoire sur les ions produits par les particules α du polonium, qui sont, pour l'air saturé d'humidité à 12°, 1,47 et 1,79, et pour l'air sec 1,27 et 2,16.

III. On a proposé pour représenter le régime de l'ionisation atmosphérique une formule qui, en supposant pour simplifier égaux les nombres d'ions des deux signes, peut s'écrire (1) $q = an^2 + 2bNn$, où q est le nombre des ions produits par centimètre cube et par seconde, a et b les coefficients de recombinaison, a des petits ions entre eux, b des petits ions et des gros ions, les valeurs adoptées provisoirement étant $a = 1,6.10^{-6}$ et $b = 8,7.10^{-6}$ (1). N étant beaucoup plus grand que n, le premier terme du second membre est généralement faible par rapport au second, et la formule se réduit sensiblement à $q = 2bNn$.

D'après les mesures faites au Val-Joyeux, on constate que le produit Nn présente de grandes variations, de 150000 à 950000; les valeurs correspondantes de q varieraient ainsi de 2,6 à 16,5. La moyenne des valeurs du produit Nn pour toutes les journées de 1927 pendant lesquelles ont été faites des mesures entre-croisées de N et de n est 404600, et la moyenne

---

(1) J.-J. Nolan, Boylan and de Sachy, *Proc. Roy. Irish Acad.*, 37, 1925, p. 1. — J.-J. Nolan and de Sachy, *ibid.*, 37, 1927, p. 71. — P.-J. Nolan and C.-O'Brolchain, *ibid.*, 38, 1928, p. 1.

des valeurs correspondantes de n, $\frac{350+280}{2}=315$. La formule (1) donne alors comme valeur moyenne de q, $q=0,16+7,04=7,2$. L'évaluation de q d'après les mesures faites à Paris donne une valeur environ deux fois et demie plus grande.

Il paraît difficilement explicable que la production d'ions atmosphériques soit d'une part aussi variable en un même endroit, et d'autre part aussi différente en deux endroits peu éloignés l'un de l'autre comme Paris et le Val-Joyeux (distance 24^{km}). P. J. Nolan et O'Brolchain admettent que les particules en suspension dans l'air fixent les produits de désintégration radioactifs, ce qui entraînerait une ionisation plus active dans les villes, où ces particules sont beaucoup plus nombreuses qu'à la campagne. On peut invoquer aussi les ionisations produites dans les combustions (cheminées domestiques et industrielles, moteurs d'automobiles), qui agissent dans le même sens. Mais on peut penser d'autre part que les considérations d'ailleurs très intéressantes sur lesquelles est fondée la formule (1) sont, étant donné l'état actuel des connaissances, seulement approchées, et que les coefficients numériques qui interviennent sont mal connus.

MÉTÉOROLOGIE. — *Recherches sur les perturbations électromagnétiques, sismiques et solaires.* Note de M. **Albert Nodon**, présentée par M. Brillouin.

Des recherches ont été faites depuis deux années environ, par M. Boustos Navarrete, directeur de l'Observatoire del Salto à Santiago de Chile, en utilisant le magnétographe Nodon [dont la description a été donnée antérieurement à l'Académie (1)]. Les principaux résultats de ces recherches furent les suivants :

Les graphiques provenant du magnétographe, du sismographe et du galvanomètre, ainsi que les graphiques correspondant aux variations de la superficie des facules solaires, indiquent d'étroites relations entre ces divers phénomènes. Les observations électromagnétiques faites au Chili pendant le mois d'avril 1927 ont été particulièrement intéressantes, car elles furent en parfaite concordance avec celles de M. Rothé, chef du service sismologique de France, avec celles de la Société astronomique de Bordeaux, et

(1) *Comptes rendus*, **178**, 1924, p. 1378.

des divers observatoires suivants : del Pilar en Argentine, Mont-Wilson aux États-Unis; de l'Èbre en Espagne. Ces résultats concordèrent avec la formation et les transformations d'un immense groupe au méridien central du soleil, du 13 au 14 avril 1927.

Des champs magnétiques de 1600 à 2400 gauss furent également observés aux mêmes dates au Mont-Wilson dans les foyers solaires. Enfin M. Navarrete enregistra au Chili, le 13 avril 1927 à $23^h 50^m$, de puissants courants telluriques, dont la force électromotrice atteignit 84 millivolts par kilomètre.

Les graphiques fournis par le magnétographe Nodon pendant les mois d'août, septembre, novembre et décembre 1928 ont également démontré d'étroites relations entre les perturbations électromagnétiques, sismiques et atmosphériques. Les séismes importants paraissent toujours être précédés par de vives oscillations de magnétographe, oscillations présentant un caractère particulier, et une amplitude allant en croissant, jusqu'à une valeur maxima correspondant à une violente secousse sismique.

En résumé, les résultats obtenus à l'Observatoire del Salto confirment la plupart de ceux que j'avais déjà signalés antérieurement [1] et démontrent qu'il existe d'étroites relations entre les phénomènes électromagnétiques, sismiques, telluriques, atmosphériques et solaires.

Ces résultats démontrent en outre que les indications du magnétographe sont précieuses pour prévoir les séismes plusieurs heures à l'avance.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Influence du greffage sur le développement de quelques Papilionacées.* Note de M. **C.-I. Popesco**, présentée par M. P.-A. Dangeard.

J'ai entrepris depuis quelques années une série de recherches sur la greffe des Papilionacées et sur les variations biologiques consécutives à la symbiose de quelques espèces de cette famille. Les premiers résultats, obtenus au cours de 1925 à Rennes, ont été publiés déjà [C.-I. Popesco, *Recherches sur la greffe* (*Revue bretonne de Botanique*, 1925, p. 137)]. J'ai étendu ces

(1) *Comptes rendus*, **145**, 1907, p. 1370; **167**, 1918, p. 688; **168**, 1919, p. 282; **178**, 1924, p. 1378; **186**, 1928, p. 942. *Essai d'Astrométéorologie* (Gauthier-Villars, 1920), etc.

recherches les années suivantes à Rennes et je les ai répétées en Roumanie en 1928.

Le 8 mai 1926, je fis 250 greffes entre le Haricot de Soissons à rames, le Beurre nain du Mont d'or et le Noir de Belgique, ainsi qu'entre le Haricot de Soissons et les *Desmodium canadense* et l'*Hedysarum coronarium*. Toutes reçurent les mêmes soins que les témoins dans toutes les périodes de leur végétation.

J'ai remarqué que, chez les témoins, la floraison commença aux dates suivantes : le Soissons et le Noir de Belgique débutèrent le 1er juillet; le Mont d'or, le 2 juillet. Les derniers témoins Soissons et Noir de Belgique commencèrent à fleurir le 15 juillet et le dernier Mont d'or le 20 juillet. Les Soissons greffés sur le Mont d'or fleurirent le 2 juillet et le dernier, le 17 juillet, sur Noir de Belgique, le premier des épibiotes fleurit le 4 juillet et le dernier le 20 juillet. La première greffe du Mont d'or sur Soissons fleurit le 5 juillet; la cinquantième et dernière, le 21 juillet. La première greffe du Noir de Belgique sur Soissons débuta le 4 juillet et la dernière, le 20 juillet. Il y eut donc un léger décalage dans les époques de floraison.

Les variations de couleur des fleurs furent plus frappantes. Le Soissons possède des fleurs jaunes au début qui, au bout de 2 à 4 jours, virent au blanc pur. Celles du Mont d'or et du Noir de Belgique sont d'un violacé légèrement rosé; la teinte du premier est moins foncée que celle du second chez les épibiotes Mont d'or et Noir de Belgique placés sur Soissons, j'ai constaté des différences très sensibles dans le coloris des pétales. Ceux du Mont d'or sont devenus violet rosé aussi foncé que chez les témoins Noir de Belgique. Les pétales du Noir de Belgique greffé sont devenus plus foncés et violacé rouge. A ces modifications du pigment floral correspondait une apparition plus ou moins accentuée d'anthocyane dans l'appareil végétatif aérien qui, chez les témoins, en est en général dépourvu.

Enfin les grappes florales des épibiotes de ces deux races s'étaient allongées, manifestant une tendance très nette à prendre de celles de leur hypobiote Soissons.

La maturité relative des gousses des épibiotes est modifiée également chez les symbiotes par rapport aux témoins correspondants. Ainsi, les témoins Mont d'or et Noir de Belgique ont atteint leur complète maturité entre le 15 août et le 1er septembre; les Soissons, du 1er septembre au commencement de novembre. Les fruits des épibiotes Mont d'or et Noir de Belgique sur Soissons ont atteint leur maturité du 1er au 15 septembre avec un retard de 15 jours sur les témoins correspondants. Chez les Soissons greffés

sur Mont d'or et sur Noir de Belgique au contraire, il y a eu une avance sensible de la maturation puisqu'elle s'est effectuée du 1er au 30 septembre.

J'ai répété ces expériences à l'Institut de Botanique de Bucarest en Roumanie. J'ai obtenu des résultats analogues, confirmant mes observations faites à Rennes, avec cette seule différence que la maturité des fruits chez les trois races des Haricots a été plus précoce d'une quinzaine de jours. Cela se comprend, car le climat roumain est plus sec en été que celui de la Bretagne où les pluies sont abondantes.

J'ai en outre observé un autre fait intéressant concernant l'augmentation de la durée de la vie chez certains Haricots greffés par rapport aux témoins. Cette durée est de 3 mois à 3 mois et demi chez les Mont d'or et les Noirs de Belgique et de 5 à 7 mois pour les Soissons qui meurent seulement aux gelées. Greffés sur Soissons, les Mont d'or et les Noirs de Belgique vivent de 3 mois et demi à 4 mois; le Soissons greffé sur Mont d'or ou sur Noir de Belgique ne vit que 4 mois et demi ou 5 mois au plus. Les symbiotes s'influencent ainsi réciproquement.

Les *Desmodium* et *Hedysarum* greffés sur Soissons présentent une coloration plus intense que les témoins, indice d'une variation de leur chimisme. La maturité des fruits et la durée de la vie des *Hedysarum* épibiotes se trouvent retardées d'un mois par rapport à celles des témoins. J'ai remarqué que la partie de la tige de l'épibiote la plus voisine de l'hypobiote et celle qui est insérée dans la fente de celui-ci reste vivante jusqu'à la mort de l'hypobiote.

J'ai remarqué encore que certaines symbioses chez les Haricots favorisent le croisement sexuel; c'est là une question importante sur laquelle je me propose de faire de nouvelles études.

De ces faits on peut conclure que le greffage a une influence considérable sur le développement des symbiotes dans les Papilionacées. Les modifications qu'il provoque se manifestent chez les épibiotes par des variations dans la taille, la couleur et la durée de l'appareil végétatif comme aussi sur la forme des inflorescences, la couleur et la grandeur des fleurs, l'époque de la floraison et sa durée, la précocité relative de la maturation des fruits.

PHYSIOLOGIE. — *Variations comparatives de la teneur du sang en eau et de la résistance globulaire, chez le Cobaye normal et chez le Cobaye soumis à un régime privé de vitamine antiscorbutique.* Note de Mme **L. Randoin** et Mlle **A. Michaux**, présentée par M. E. Leclainche.

L'absence totale et exclusive de vitamine antiscorbutique dans un régime alimentaire produit essentiellement un trouble dans les mécanismes régulateurs qui assurent au sang une constitution normale et un équilibre physico-chimique convenable. Si, dans les dernières périodes du scorbut aigu, le taux de certaines substances (cholestérol, sucre libre, calcium) n'a pas sensiblement varié; par contre, la teneur en fer a baissé (fait en rapport avec une hypoglobulie notable), les taux de fibrinogène et d'urée (¹) ont subi une importante augmentation, le sang est devenu plus fluide, le sérum est en général plus ou moins laqué.

Nous avons pensé qu'à ces périodes la résistance globulaire ne devait plus être normale; nous avons commencé à en étudier les variations et nous avons déterminé, en même temps, les teneurs du sang en eau, teneurs qui, d'après Mouriquand, Leulier et Michel (²), ne changeraient pas sensiblement, chez le Cobaye, au cours du scorbut expérimental.

Technique. — Ces recherches ont été faites comparativement au moyen de trois lots d'animaux de même sexe (mâle) et de poids moyen :

I. Cobayes recevant une nourriture naturelle complète et équilibrée.

II. Cobayes recevant le régime artificiel complet (à base de farine de haricots cuite que nous avons l'habitude d'utiliser) (³).

III. Cobayes recevant ce même régime, *uniquement dépourvu de vitamine* C *ou vitamine antiscorbutique*, régime qui provoque inévitablement l'apparition d'un syndrome hémorragique caractéristique et la mort au bout de 28 à 32 jours.

C'est à partir du 11e jour seulement que, à intervalles plus ou moins réguliers, nous avons prélevé, dans chacun des lots, du sang par ponction cardiaque, plus rarement par section des carotides.

Les déterminations de la résistance globulaire ont été faites d'après la méthode des hématies déplasmatisées de Widal et Abrami.

Tous les nombres que nous avons obtenus sont groupés dans le tableau ci-après :

(¹) Mme L. Randoin et Mlle A. Michaux, *C. R. Soc. de Biologie*, 100, 1929, p. 11; *Comptes rendus*, 180, 1925, p. 1063.

(²) G. Mouriquand, A. Leulier et P. Michel, *Comptes rendus*, 180, 1925, p. 86.

(³) Voir Mme L. Randoin, *Bull. Soc. Chim. biol.*, 5, 1923, p. 806.

	Teneurs en eau.			*Résistance globulaire.*		
	Pour 100g de sang frais.			La résistance s'étend de :		
Jours.	Régime naturel complet.	Régime artificiel complet.	Régime privé de vitamine C.	Régime naturel complet.	Régime artificiel complet.	Régime privé de vitamine C.
e	g	g	g			
11...	–	–	–	4,5 à 3	–	6,0 à 3,0
12...	80,38	–	81,26	–	–	–
13...	–	80,30	80,75	–	–	–
14...	–	–	–	–	–	–
15...	–	–	–	4,5 à 3	–	4,5 à 3,0 5,0 à 2,0
16...	82,85	–	–	–	–	–
17...	–	81,52	80,64	–	5,0 à 2,0	–
18...	–	–	–	–	–	5,0 à 2,5
19...	–	–	–	4,0 à 2,5	–	–
20...	80,91	–	–	–	–	–
21...	–	82,58	84,49	–	5,0 à 2,5	5,0 à 2,5
22...	–	–	–	–	–	–
23...	–	–	–	5,0 à 3,0	–	–
24...	–	81,48	87,12	–	–	–
25...	–	–	–	–	5,0 à 2,0	4,5 à 1,0
26...	80,58	–	–	–	–	4,5 à 1,0
27...	–	–	87,68	4,5 à 3,0	–	–
28...	–	82,77	91,23	–	–	–
29...	–	–	–	–	–	5,0 à 1,5
30...	–	–	–	5,5 à 2,5	5,5 à 3,0	6,5 à 0,5
31...	–	–	–	–	4,0 à 2,5	–
32...	81,90	80,18	90,81	–	–	–

Résultats et conclusions. — I. Le sang des Cobayes normaux renferme en moyenne 81g,4 d'eau pour 100g de liquide sanguin total (chiffres extrêmes : 80g,18 — 82g,85).

Chez les Cobayes privés de vitamine C, la teneur en eau du sang demeure normale pendant 3 semaines environ, *puis le taux de l'eau s'élève rapidement et finit par atteindre* 91 *pour* 100 *la veille de la mort* (28e-32e jour).

II. Avec les hématies des Cobayes normaux, le *début de l'hémolyse* se produit dans des solutions dont le titre varie de 4 à 5,5 pour 1000, tandis qu'avec les globules des individus scorbutiques, ce début d'hémolyse est obtenu avec des solutions d'un titre variant de 4,5 à 6,5, résultats montrant que les hématies se trouvent dans des conditions chimiques et physico-chi-

miques telles, que la résistance de beaucoup de ces globules est amoindrie.

III. Dans le cas des Cobayes normaux, l'*hémolyse totale* se produit avec des solutions de titre 3, 2,5 et 2. Avec les hématies des Cobayes privés de vitamine C, on obtient l'hémolyse totale dans les mêmes conditions pendant 3 semaines environ, puis la résistance d'une certaine catégorie de globules augmente singulièrement : de 2,5 elle passe à 1 et atteint même 0,5 (30e jour), Nous voyons dans ce fait une conséquence des hémorragies caractéristiques de la fin du scorbut aigu : l'augmentation de la résistance maxima serait en rapport avec l'abondance, dans le sang, de globules très jeunes, plus résistants que les autres ; elle serait le signe d'un essai de régénération sanguine.

IV. Cette *étendue des variations de la résistance globulaire chez le Cobaye scorbutique :* de 6,5 à 0,5 (au lieu de 5,5 à 2) montre nettement que le scorbut aigu est une avitaminose caractérisée par l'étendue des lésions sanguines.

BIOLOGIE. — *Sur la biologie et les particularités de l'appareil respiratoire d'un Isopode saharien :* Hemilepistus Reaumuri *Aud. et Sav.* Note de Mlle **M.-L. Verrier**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

Ce Cloporte, voisin des Cloportes (*Porcellio* et *Oniscus*) de nos pays, est fréquent dans le nord de l'Afrique et plus spécialement dans les régions désertiques. Décrit, d'une façon sommaire, par Audouin et Savigny [1] il a attiré l'attention de quelques naturalistes voyageurs [Budde-Lund [2], Simon [3], Vandel [4]] qui l'ont observé en des lieux particulièrement arides, enfoui dans des terriers; mais, nous ne possédons encore aucune étude étendue sur la morphologie et l'éthologie, *a priori* extraordinaire de ce Crustacé.

---

(1) Audouin et Savigny, *Explication sommaire des planches de Crustacés de l'Égypte et de la Syrie*, 22, Paris, 1927.

(2) G. Budde-Lund, *Crustacea Isopoda terrestria per familias et genera et species descripta* (*Hauniae*, 1885, p. 156).

(3) E. Simon, *Étude sur les Crustacés terrestres et fluviatiles recueillis en Tunisie.* (*Exploration scientifique de la Tunisie*. Paris, 1885).

(4) A. Vandel, *Un cloporte qui se creuse un terrier* (*Bull. Soc. zool. Fr.*, 49, 1924, p. 469).

Un certain nombre d'exemplaires vivant au Vivarium du Muséum de Paris m'ont permis des observations sur les mœurs et les dispositions morphologiques qui permettent à l'animal de vivre dans les milieux secs qu'il fréquente et où la présence d'un Crustacé paraît difficile à expliquer.

L'*Hemilepistus Reaumuri* ne vit pas normalement dans des terriers comme pourraient le faire croire les affirmations des auteurs cités plus haut. Sur un sol sec ou légèrement humide, à une température inférieure à 30°, il se tient à la surface, se déplace avec activité, se montre bien moins obscuricole que les Cloportes de nos régions. Si la température du substrat s'élève, l'animal s'immobilise d'abord, puis se comporte de deux manières différentes selon qu'il se trouve sur un sol sec ou sur un sol humide. Sur un sol sec, il cherche à fouir, mais seules les pattes antérieures participent à ce mouvement. Plusieurs individus peuvent se réunir pour creuser en un même point. Le fouissement commence dès que la température du substrat atteint 35°.

Sur un sol humide l'animal demeure immobile et résiste à des températures de 45° et plus. Le déterminisme du fouissement paraît donc être l'influence de l'humidité. J'ai déjà dit que l'animal ne fuyait pas la lumière : le sens visuel paraît avoir chez lui un rôle très limité; un individu à yeux vernis se meut comme un individu normal; le comportement, d'une manière générale, est à dominance tactile.

Un autre point, le plus intéressant de la biologie de cet animal, est sa résistance à la sècheresse et à l'asphyxie : il peut vivre cinq ou six jours en milieu très sec à la température de 25° environ, il résiste à une immersion de 1 heure et demie dans l'alcool à 95°. Ces constatations devaient nécessairement attirer l'attention sur la morphologie des organes de la respiration.

On admet que les Isopodes terrestres possèdent des pattes abdominales dont une partie au moins est creusée de cavités ramifiées où l'air pénètre et où se font les échanges respiratoires.

De semblables dispositions se retrouvent chez *Hemilepistus Reaumuri*, mais seules les pattes antérieures possèdent des chambres à air et encore ces chambres, comparativement à la taille de l'animal, sont-elles trois fois environ plus réduites que ne le sont celles des *Oniscus* et des *Porcellio*. De plus, ces organes paraissent avoir un rôle respiratoire faible : si l'on place sur un sol humide quelques *Hemilepistus* et quelques *Porcellio*, dont les pattes abdominales ont été enduites d'une couche de vernis qui les isole du milieu ambiant, on constate que les *Porcellio* sont tous morts au bout de 20 heures au maxi-

mum, tandis que les *Hemilepistus* conservent leur activité, comme à l'état normal, pendant une semaine au moins.

Un examen attentif des différentes régions du corps d'*Hemilepistus* montre les dispositions suivantes : la cavité buccale est bien développée, les maxillipèdes à endopodite large l'isolent du milieu extérieur, et chaque pièce buccale (maxillipèdes et maxilles) possède à sa base un prolongement membraneux, sorte de sac, dont la hauteur atteint l'extrémité libre de chaque pièce masticatrice. Ces sacs se gonflent an contact de l'eau sur l'animal vivant. Après la mort, ils s'aplatissent contre les pièces masticatrices et sont difficiles à voir.

Ils paraissent par leur disposition et leur morphologie se rapprocher des sacs aériens connus depuis longtemps chez les Crabes terrestres, et avoir, comme eux, un rôle important dans la respiration. La suppression de deux d'entre eux est suivie de la mort de l'animal au bout de quelques heures, bien que la température et l'état hygrométrique du milieu n'aient pas été modifiés. Enfin un *Hemilepistus* maintenu pendant quelques heures en milieu sec, puis transporté sur un sol humide, met immédiatement sa tête au contact avec le substrat ; une goutte d'eau placée auprès est aussitôt bue.

J'ai constaté la présence de ces sacs membraneux dans la cavité buccale des *Porcellio*, mais ils sont moins développés.

Ainsi *Hemilepistus Reaumuri*, dont la morphologie générale rappelle de près, les dimensions mises à part, celle d'un *Porcellio* ou d'un *Oniscus*, se comporte (fouissement, vie à la lumière, à la chaleur) d'une manière différente de celle de ces derniers. Il est intéressant de noter que les différences d'habitat ont déterminé chez ces animaux des variations plus sensibles dans leur éthologie que dans leur morphologie. Enfin l'étude de cet Isopode nous a révélé des dispositions de l'appareil respiratoire qu'il serait intéressant de rechercher chez d'autres Crustacés du même groupe.

BIOLOGIE. — *Action à distance du* Bacterium tumefaciens *sur le développement de l'œuf d'Oursin* (*nouvelles expériences*). Note de M. **J. Magrou**, Mme **M. Magrou** et Mlle **F. Choucroun**, présentée par M. F. Mesnil.

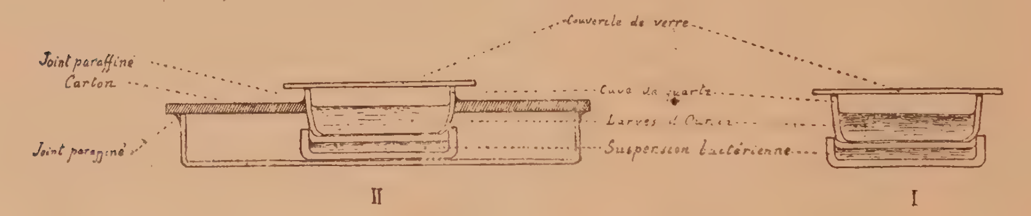
Dans une Note antérieure (1), deux d'entre nous ont montré que des œufs d'Oursin, séparés par une plaque de quartz d'une suspension de *Bacterium*

(1) J. Magrou et Mme M. Magrou, *Comptes rendus*, 186, 1928, p. 802.

tumefaciens, peuvent donner des larves aberrantes (*pluteus* opaques, à bras courts ou sans bras, au lieu de *pluteus* transparents, élancés, à bras longs, selon les photographies publiées dans la même Note), alors qu'aucune action ne se produit si c'est une plaque de verre qui forme séparation. Ces expériences, répétées à plusieurs reprises avec des résultats dans l'ensemble concordants, paraissaient favorables à l'hypothèse d'une action exercée à distance par les bactéries.

Nous avons repris ces recherches en multipliant les lots témoins et exposés et en améliorant les conditions de symétrie.

Des œufs de *Paracentrotus lividus*, *d'une même ponte*, sont répartis, aussitôt après avoir été fécondés *par un même sperme*, dans de petits cristallisoirs de $3^{cm},5$ de diamètre, soit en quartz d'une pièce, à fond plan, soit formés par un anneau de verre scellé à la paraffine sur glace de quartz. Comme précédemment, ces récipients sont posés sur des cuves de même diamètre contenant une suspension épaisse de *B. tumefaciens* en bouillon nutritif (schéma I). Même, en certaines expériences, et pour éliminer toute possibilité d'action chimique, nous avons isolé les larves des produits volatils éventuellement émanés des bactéries (lesquels, au surplus, auraient aussi bien agi sur les témoins exposés en cuve de verre aux microbes), en enchâssant à la paraffine la cuve de quartz dans un carton également scellé à la paraffine sur une boîte de Petri contenant la cuve à suspension bactérienne (schéma II).



Des œufs témoins, de même origine que les exposés, sont placés dans des cuves de verre posées (10 pour 100 des témoins) ou non (77 pour 100) sur la suspension bactérienne, ou même dans des cuves de quartz identiques aux précédentes mais non exposées au *B. tumefaciens* (13 pour 100). Témoins et exposés étaient mis dans les mêmes conditions d'éclairement, d'aération et de température, dans une étuve réglée, selon les expériences, à 21, 22 ou 23° (température jugée, d'après les essais antérieurs, plus favorable que la température ordinaire du laboratoire).

Dans ces conditions, les témoins (31 répartis en 4 expériences) ont donné

en 48 heures de beaux *pluteus* normaux. Dans le même temps, parmi les 32 lots exposés, 17 (soit 53 pour 100), dont 6 en cuve de quartz selon le schéma II, ont donné des larves aberrantes, opaques, sans bras; 4 (soit 12,5 pour 100), dont 2 en cuve de quartz selon le schéma II, ont donné des *pluteus* à bras courts; mais 10 (soit 31 pour 100), dont o selon le schéma II, paraissent s'être développés normalement. Enfin dans un lot traité, toutes les larves ont succombé. L'examen histologique, fait pour des lots des deux sortes, a confirmé les constatations antérieures (développement plus abondant du mésenchyme chez les larves aberrantes; des photomicrographies ont été données).

Bref, les expériences ici rapportées renforcent manifestement nos conclusions précédentes, restant à comprendre à quoi tiennent les irrégularités qui subsistent encore.

L'hypothèse que les bactéries agissent par un rayonnement traversant le quartz et non le verre conduirait à penser que ces bactéries impressionnent la plaque photographique : nous n'avons pu déceler, malgré des poses de 48 heures, aucune action de ce genre.

Nous avons cependant recherché si les rayons ultraviolets agissent comparablement sur le développement de l'œuf d'Oursin. A cet effet, des œufs fécondés, en cours de développement, ont été, les uns réservés comme témoins (42 lots), les autres (52 lots) exposés, au moyen d'un monochromateur Zeiss, à diverses radiations échelonnées entre 3300 et 1990 angströms (raies de Al, Zn, Cd, Cu). Cette irradiation, prolongée seulement pendant quelques minutes, a généralement déterminé la production de formes aberrantes analogues à celles obtenues en présence du *B. tumefaciens*. L'action paraît plus faible quand l'irradiation se fait au stade *gastrula*. Elle paraît se renverser quand la durée d'irradiation se prolonge. La multiplicité des radiations actives exigera des expériences beaucoup plus nombreuses avant qu'on puisse obtenir des conclusions définitives sur ce genre d'action, peut-être, au reste, différent de celui du *B. tumefaciens*.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Cycle autogène d'attente et générations hivernales suractives inapparentes chez le Moustique commun*, Culex pipiens *L.* Note de M. **E. Roubaud**, présentée par M. F. Mesnil.

Le Moustique commun, *Culex pipiens* L., hiverne habituellement dans nos régions à l'état de repos complet dans des locaux abrités, mais à basse

température. Les mâles disparaissent à l'automne; les femelles passent seules l'hiver, sans sucer le sang et sans se reproduire. J'ai montré que, chez ces femelles hivernantes, l'état de repos n'est pas provoqué par le froid, mais qu'il correspond à une asthénie spécifique frappant normalement les individus des générations d'arrière-saison. *Fécondées*, mais *inféccondes*, ces femelles doivent subir un long temps de repos à basse température avant de récupérer leur activité normale. Prématurément placées à la chaleur, elles meurent sans développer leur ponte. La fécondité n'est rétablie chez elles, avec les aptitudes à la succion du sang, qu'au printemps, lorsqu'elles ont subi durant tout l'hiver les effets réactivants de la cure hypothermique.

Ce cadre de phénomènes peut être considéré comme le plus habituel pour notre Moustique. Mais les observations nouvelles relatées dans cette Note montrent qu'il ne correspond pas à une règle constante. En dehors du cycle *hétérodyname* caractérisé par l'inertie hivernale obligatoire des femelles, il peut exister aussi un cycle *homodyname*, dans lequel l'activité génératrice des deux sexes se maintient toute l'année à la faveur des circonstances biologiques très spéciales que je vais développer.

Dans une cave parisienne, chauffée tout l'hiver au-dessus de 20°C., j'ai observé de novembre à février un développement continu du Moustique. A la faveur d'une nappe d'eau permanente, des pontes, des larves de tous stades, des éclosions imaginales furent constatées sans interruption à toute époque de l'hiver. Mâles et femelles étaient présents en permanence, mais, en aucun cas, il ne fut noté de femelles gorgées de sang. Uu élevage de ce *pipiens* thermophile, actif l'hiver, fut transporté en janvier dans un box de l'Insectarium de l'Institut Pasteur. Il a continué à s'y maintenir, en activité constante, à 20-25°. Des observations biologiques curieuses ont pu être faites, inédites pour les Culicides, et qui font ressortir l'imperfection de nos connaissances sur le plus fréquent et le plus banal d'entre eux.

Le *pipiens* thermophile parisien représente une race physiologique *suractive*, apte non seulement à triompher de l'asthénie hivernale coutumière, mais encore à développer *per se* sa descendance, sans faire appel à aucun emprunt alimentaire extérieur. Mâles et femelles peuvent se maintenir et se reproduire sans besoins autres que ceux d'une humidité constante; un *hygrotropisme* très accusé les ramène en permanence au voisinage immédiat des nappes d'eau.

Déjà 48 heures après l'éclosion, chez les femelles maintenues sans nourriture, les ovules se montrent en voie de développement, et des pontes peuvent survenir dès le 5e jour. Les générations d'hiver se succèdent ainsi sans arrêt grâce à ce cycle *autogène* de reproduction rapide, les ailés puisent dans leur

organisme propre les ressources nécessaires à la ponte, sans prendre au dehors de sang, ni aucun liquide organique compensateur.

Cette propriété de reproduction autogène est une nouveauté chez les Culicides, pour lesquels, dans l'immense majorité des cas, l'hémophagie paraît indispensable à la ponte et ne peut être qu'exceptionnellement suppléée par une autre alimentation organique ([1]).

Dans les conditions du développement autogène, les nacelles ovigères sont petites et fragmentaires. La vie des ailés sacrifiés aux nécessités reproductrices est réduite à quelques jours. Les femelles disparaissent rapidement après avoir émis leur ponte, et l'existence des générations, se passant en majeure partie à l'état larvaire, devient en quelque sorte inapparente.

Les recherches à l'Insectarium ont montré que le cycle de reproduction autogène représente essentiellement pour l'espèce un *cycle d'attente hivernal*. Celui-ci cesse dès que le Culex peut faire retour à des habitudes d'hémophagie normales.

Le *pipiens* autogène parisien s'est révélé d'emblée très électivement *ornithophile*. Peu agressif à l'égard de l'homme, presque indifférent pour les petits mammifères, il attaque immédiatement les volailles. Tandis qu'un lapin placé pendant 6 jours et 6 nuits au contact d'une centaine de femelles n'a été piqué que par une seule d'entre elles, 90 pour 100 de la population s'est gorgée en une seule nuit sur une poule placée dans les mêmes conditions.

Les Moustiques ramenés à l'hémophagie par un premier repas de sang sur poule développent ensuite une agressivité plus marquée à l'égard de l'homme. Les nacelles ovigères chez les femelles nourries de sang reprennent des dimensions normales. Le cycle autogène correspond donc à une adaptation temporaire curieuse au confinement hivernal dans lequel l'insecte, ne pouvant se répandre librement au dehors à la recherche d'hôtes favorables, doit maintenir pendant un temps son espèce par ses propres moyens.

En résumé, il ressort de ces données que *C. pipiens* peut présenter deux modes biologiques différents d'adaptation à l'hiver. Dans l'un, c'est le froid qu'il utilise pour mettre au repos les femelles pondeuses et leur assurer, à la bonne saison, une activité de ponte renouvelée; dans l'autre, c'est à la chaleur constante qu'il fait appel, pour développer dans ses générations une

---

([1]) T. W. Kirkpatrick (1925) relate l'observation faite en Égypte par Kasim Effendi d'un *C. pipiens* ayant déposé une ponte fertile (un seul cas sur un grand nombre d'individus) sans avoir absorbé autre chose que des sucs végétaux.

suractivité métabolique telle qu'elle leur permet, grâce à une multiplication ininterrompue, sans nourriture, de faire franchir à l'espèce la période défavorable.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *L'ammoniaque du sang humain à l'état normal et dans les états pathologiques*. Note [1] de MM. **Marcel Labbé**, **F. Nepveux** et **Hejda**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

Le dosage de l'ammoniaque dans le sang a été l'objet de nombreuses recherches dans ces dernières années. Les anciens auteurs Nencki et Zaleski, Biedl et Winterberg avaient trouvé des chiffres d'ammoniaque sanguine élevés variant de 20 à 50^{mg} par litre. Ces chiffres élevés tenaient à ce que, par leurs techniques, une partie de l'ammoniaque provenant de l'hydrolyse de l'urée et des acides aminés se trouvait dosée en même temps que l'ammoniaque des sels ammoniacaux.

Folin et Denis, Nash et Benedict ont repris les recherches avec une technique plus précise et ont obtenu des chiffres d'ammoniaque sanguine variant chez l'homme normal de 0^{mg},6 à 1^{mg},10 pour 1000. Parnas et Heller, avec une technique qui nous paraît encore meilleure [2], ont eu des chiffres voisins de 0^{mg},2 pour 1000 chez le sujet normal au repos et de 0^{mg},4 pour 1000 après un exercice musculaire. Fontes et Yovanovitch sont allés jusqu'à nier la présence d'ammoniaque dans le sang [3].

Nous avons repris l'étude de l'ammoniémie en appliquant la technique de Parnas et Heller (collection du sang sous l'huile de paraffine, déplacement de l'ammoniaque sous vide, à 25°, par une solution alcaline de pH 9,2). Nous avons vérifié la valeur de la technique adoptée en ajoutant au sang des quantités connues d'ammoniaque; l'erreur calculée est de 1,5 pour 100 par défaut.

En effectuant le déplacement de l'ammoniaque du sang, 30 minutes après sa prise de sang, voici les taux d'ammoniaque, exprimés en milligrammes par litre, que nous avons obtenus chez les sujets sains : 0,48; 0,72; 0,40; 0,36; 0,30; 0,58; moyenne : 0,47. Nos chiffres sont plus

---

(1) Séance du 25 février 1929.

(2) *Biochem. Zeits.*, 152, 1924, p. 1-28, résumé dans *C. R. Soc. Biol.*, 91, 1924, (II), p. 706-709.

(3) *Bull. Soc. Chim. biol.*, 7, 1925, p. 1044-1055.

élevés que ceux publiés par Parnas et Heller; ils sont du même ordre que ceux indiqués par Adlersberg et Taubenhaus (1).

Le taux si faible de l'ammoniaque sanguine laisse difficilement comprendre les éliminations urinaires beaucoup plus élevées d'ammoniaque. Partant de là, Nash et Benedict ont pensé que l'ammoniaque urinaire ne venait pas d'une simple filtration rénale mais résultait d'une fabrication par le rein, en rapport avec la nécessité d'épargner les bases fixes du sang et de maintenir l'équilibre acide-base dans les limites normales.

L'origine chimique de l'ammoniaque fabriquée par le rein est discutée. Pour les auteurs américains, cette base provient de l'urée; pour Milheiro, elle est fabriquée aux dépens des acides aminés. Mais les expériences de perfusion du rein, réalisées par Justin Besançon et Henri Benard (2) avec des solutions d'urée et d'acides aminés (glycocolle) contredisent ces hypothèses. Nous nous rallions à la conception d'Adlersberg et Taubenhaus suivant laquelle l'ammoniaque se produit aux dépens d'une substance ammoniogène dont la nature reste à déterminer.

Nous avons recherché la teneur du sang en ammoniaque au cours de certains états pathologiques : cirrhoses, ictères, diabètes compliqués d'acidose, tuberculose pulmonaire.

Dans 5 cas de *cirrhose du foie* l'ammoniaque a varié de $0^{mg},30$ à $1^{mg},06$. moyenne : $0^{mg},56$ pour 1000.

Dans 4 cas *d'ictère* elle a varié de $0^{mg},32$ à $0^{mg},80$; moyenne : $0^{mg},55$ pour 1000.

Dans 5 cas de *diabète avec acidose moyenne* l'ammoniémie a oscillé entre $0^{mg},32$ et $0^{mg},60$; moyenne : $0^{mg},43$ pour 1000.

Ainsi, même dans des états pathologiques où l'on observe souvent un trouble dans le métabolisme de l'azote, et où l'ammoniurie est fréquente, le taux de l'ammoniaque du sang ne s'élève pas et reste très voisin de la normale.

Il n'en est pas de même dans la *tuberculose pulmonaire*. Ici, il y a une élévation de l'ammoniémie. Celle-ci est d'autant plus élevée que la gravité et l'étendue des lésions pulmonaires sont plus accusées.

Dans les cas de tuberculose pulmonaire où la radiographie montre des lésions peu étendues, le taux de l'ammoniaque est un peu supérieur à la normale : $0^{mg},96$; $1^{mg},20$; $1^{mg},7$; moyenne : $1^{mg},09$ pour 1000. Lorsque les

(1) *Arch. f. exper. Pathol. u. Pharmak.*, 121, 1927, p. 35 et suiv.

(2) *C. R. Soc. Biol.*, 100, mars 1929 (sous presse).

lésions tuberculeuses sont *bilatérales et très étendues*, l'ammoniémie atteint des valeurs de 4,20; 3,40; 3,50; 2,08; 2,10. Moyenne : 3^{mg},05 pour 1000.

Il est impossible de donner une explication satisfaisante de cette hyperammoniémie; Parnas et Klisieki invoquent l'état d'asphyxie lente consécutive aux lésions pulmonaires, en rapport avec une acidose gazeuse. Il ne nous semble pas que le déséquilibre acide-base soit l'unique cause de l'élévation de l'ammoniémie, puisque nous savons que les grands états d'acidose ne s'accompagnent pas d'hyperammoniémie. L'insuffisance fonctionnelle de certains organes comme le foie peut être mise en cause, mais la preuve n'en a pas été donnée jusqu'à présent.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Recherches biochimiques sur la spécificité et les transformations des protides du plasma sanguin*. Note [1] de M. **H. Bierry**, présentée par M. A. Desgrez.

On admet que la vie des êtres vivants se constitue par l'évolution chimique des substances contenues dans les plasmas, des albumines, en particulier; cependant, le problème de la genèse et de l'évolution des protides hématiques n'a guère retenu l'attention des chercheurs.

On admet également que ces albumines sont spécifiques, mais sans preuves biochimiques, uniquement pour des raisons empruntées à l'étude des propriétés des humeurs : phénomène d'anaphylaxie, formation de précipitines, etc.

Dans la composition des protides du plasma sanguin, il y a, comme je l'ai signalé, un élément ou un groupe d'éléments qui varie constamment avec les espèces et les individus, auquel on peut associer un caractère biochimique. En effet, si les glucides existent, dans les plasmas artériel et veineux de l'homme et des animaux, à l'état libre, ils existent aussi à l'état de combinaison; leur présence, dans ce dernier cas, ne peut être manifestée qu'après scission de la molécule complexe qui les contient. Ce sont les protéides du plasma qui renferment ce ou ces groupements glucidiques : *sucre protéidique* (Bierry, A. Ranc et L. Fandard).

Divers modes de clivage permettent de rompre ces combinaisons protéidoglucidiques : les acides minéraux étendus et chauds, en particulier; les hexoses réducteurs libérés (mannose, glucose) deviennent dosables par les procédés ordinaires.

---

(1) Séance du 25 février 1929.

Le sucre protéidique existe en proportions variables dans les albumines des divers plasmas; on peut donc établir des rapports entre ce sucre et la teneur en carbone ou en azote des protéides, teneur qui sert à évaluer globalement ces substances : $\frac{\text{C. protéidique}}{\text{Sucre protéidique}}$ et $\frac{\text{N. protéidique}}{\text{Sucre protéidique}}$ (Bierry et Vivario). D'une part, l'étude de ces rapports conduit à envisager une structure différente des protides du plasma sanguin chez les différentes espèces animales; d'autre part, l'examen des variations du sucre protéidique permet de suivre les changements de ces mêmes protides.

Des variations importantes du sucre protéidique s'observent, chez l'animal, soit après injection d'adrénaline (Bierry, Rathery et Levina), soit après injection d'insuline (Bierry, Rathery, et Kourilsky). Ces deux sortes d'expériences montrent que l'*équilibre glycémique total* est placé sous la dépendance des mécanismes régulateurs de l'adrénalinosécrétion et de l'insulinosécrétion. Des changements se manifestent également dans le taux du sucre protéidique, au cours de l'inanition et de l'hibernation.

On peut aussi provoquer des variations de ce sucre protéidique par injection à l'animal, soit de glucides, soit de protides. A cet effet j'ai utilisé : le *d*-mannose ou les peptones.

1° Le mannose, en solution isotonique dans l'eau distillée était injecté, en assez grande quantité et très lentement dans la saphène, à des chiens. Les dosages étaient pratiqués sur le plasma artériel, avant l'injection, 3 heures et 24 heures après. Dans ces conditions le taux du sucre protéidique subit une augmentation;

2° Les injections de peptone (20^{cm^3} de solution de peptone de Witte à 10 pour 100) ont été faites, chez le lapin, dans la cavité péritonéale. Voici rapportée, comme exemple, une de mes expériences (les microdosages ont porté également sur le plasma artériel) :

	Sucre libre pour 1000 de plasma.	Sucre protéidique pour 1000 de plasma.
	g	g
Avant injection	1,70	1,10
2 heures après	1,40	0,85
34 heures après	1,60	1,20

Ici le sucre protéidique baisse d'abord, pour revenir ensuite à un taux supérieur au taux primitif.

La constitution des albumines peut donc varier. L'existence d'un groupement hydrocarboné dans les protides hématiques, que l'on retrouve chez

l'animal nourri de protides dépourvus de ce groupement sucré ou ne recevant aucune nourriture, prouve que l'organisme dispose de ressources variées pour assurer à son plasma sanguin une teneur suffisante en albumines adéquates. Si ce plasma se présente à l'analyse comme formé des mêmes substances fondamentales en qualité et en quantité sensiblement constantes, c'est que des mécanismes régulateurs délicats et perfectionnés en règlent étroitement la composition, mais il ne faut voir là qu'une apparente fixité. Les protides plasmatiques eux-mêmes doivent être considérés non comme des blocs rigides, mais comme des assemblages plastiques dont la stabilité est réglée par des équilibres réciproques; ils sont appropriés, par cela même, à leur rôle, dans les mutations incessantes de l'organisme.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur l'action photochimique de stérols de diverses origines.* Note de MM. **L. Hugounenq** et **E. Couture**, présentée par M. A. Desgrez.

Poursuivant l'étude dont nous avons donné récemment les premiers résultats [1] touchant l'action photochimique des stérols extraits de l'huile de foie de morue sur la plaque photographique, nous avons étendu nos recherches à des stérols d'origine diverse et précisé certains points de leur mode d'action.

Le cholestérol extrait de l'huile de foie de morue qui, nous l'avons montré, impressionne la plaque sensible à travers une lame de quartz, après cinq jours d'exposition, perd peu à peu son activité et, après un mois de séjour à l'obscurité, son action disparaît à peu près complètement. Les choses se passent comme s'il s'agissait d'un phénomène de phosphorescence et ce qui confirme cette manière de voir, c'est que le cholestérol extrait de l'huile de foie de morue et abandonné plusieurs mois à la lumière diffuse impressionne la plaque sensible beaucoup plus nettement qu'un cholestérol de même origine fraîchement préparé. Des expériences actuellement en cours nous permettront d'apporter de nouveaux faits à ce sujet.

Nous avons expérimenté également avec des stérols de provenances diverses :

1° Sang de bœuf;

2° Escargot;

---

(1) *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 349.

3° Papillon de ver à soie;

4° Levure de bière.

Les stérols du sang de bœuf et de l'escargot n'ont provoqué aucune impression de la plaque sensible après 15 jours d'exposition, même au contact de la plaque.

Avec le produit extrait du ver à soie, action positive très nette (durée d'exposition : 15 jours. Plaques Lumière Sigma).

Nous avons étudié deux échantillons d'ergostérol extrait de la levure. Le premier cristallisé en paillettes blanches (P. F. = 154°-155°; pouvoir rotatoire : — 148°) se présentait avec les caractères d'un produit pur. Sur la gélatine sensible, on obtient, après 15 jours, une tache très nette, soit qu'on opère par contact direct, soit que l'ergostérol et la plaque soient séparés par une couche d'air de 3^{mm} ou par une mince pellicule de cellophane.

Des échantillons d'ergostérol de levure moins pur que le précédent ont manifesté, dans des conditions identiques, une activité photochimique plus intense et nous n'avons pas besoin de souligner la portée de ce résultat.

Les faits qui précèdent se rapportent tous à des produits naturels non irradiés. Nous avons constaté qu'une irradiation ménagée développe notablement leur activité photochimique.

PARASITOLOGIE. — *Sur les Gordiacés des Myriapodes*. Note de M. **A. Dorier**, présentée par M. Ch. Gravier.

Lorsqu'on examine la liste des hôtes terrestres des Gordiacés, connus jusqu'à ce jour, on constate que ceux-ci sont presque exclusivement des Insectes Coléoptères ou des Orthoptères; les Myriapodes n'y occupent qu'une place fort réduite. Seuls, Villot et Camerano ont signalé la présence de *Gordius aquaticus* L. dans les Chilopodes : le premier, dans *Lithobius forficatus* L. (1886, p. 293), le second, dans *Scolopendra* sp. (1897, p. 356). A ces cas précédemment connus, nous en ajouterons un troisième : nous possédons dans notre collection, un bel échantillon de *G. aquaticus* L. provenant du Maroc, capturé avec la Scolopendre (*Scolopendra cingulata* Latr.) dont il venait de s'échapper.

Le parasitisme protélien des Gordiacés chez les Myriapodes Diplopodes était donc entièrement ignoré quand M. Léger nous a signalé la présence de jeunes Gordius, indéterminables en raison de leur âge, dans le corps

graisseux de *Glomeris marginata* Villers, de Cavalière (Var). Depuis, nous avons à maintes reprises retrouvé dans les Glomeris des environs de Grenoble, de jeunes Gordius blanchâtres longs de 4 à 8^{cm}, qui se présentaient comme de minuscules écheveaux situés entre le tube digestif et la paroi dorsale du corps de l'animal. En septembre dernier, nous avons eu enfin l'avantage de rencontrer dans quelques individus de *Glomeris marginata* Vill. des Gordius adultes et bien chitinisés qui tous appartenaient à l'espèce *Gordius aquaticus* L.

En outre M. Léger nous a communiqué un Iule (*Iulus* sp.) capturé en juillet 1920 aux environs de Séchilienne (Isère) qui renfermait une ♀ (22^{cm} de long $\times$ $0^{mm},4$ de large) et un ♂ (7^{cm} de long $\times$ $0^{mm},32$ de large) de *Parachordodes alpestris* (Villot). Une dizaine d'individus libres de la même espèce furent récoltés peu après dans un mince ruisselet du voisinage.

Les auteurs qui ont étudié le problème de l'infestation des hôtes terrestres des Gordiacés, ont remarqué avec juste raison que ceux-ci sont tous des carnassiers, sinon exclusifs, du moins accidentels. Par suite la théorie classique, qui exige un hôte intermédiaire, ébauchée par Meissner (1856, p. 137) puis développée par von Linstow (1891-1892) et par Blunck (1922) est la suivante : les hôtes terrestres des Gordiacés s'infestent en dévorant des Insectes ailés (Chironomides, Éphémérides, Sialidés) et même de jeunes Grenouilles, dont les larves aquatiques contenaient des larves de Gordius enkystées. Gagnant ainsi le domaine terrestre, elles peuvent alors être absorbées par l'hôte dans lequel elles achèveront leur développement. Svabenik a apporté récemment (1925) à cette théorie classique une confirmation expérimentale, en faisant ingérer à des Carabidés du genre *Calathus* des Chironomides adultes, issus de larves qui renfermaient des larves de *Parachordodes tolosanus* (Duj.) enkystées.

Cette théorie toutefois ne saurait s'appliquer aux Myriapodes Diplopodes qui sont de purs herbivores et nous devons chercher une autre explication. Tous les auteurs, à l'exception de Müller (1920), admettent que les larves de Gordius meurent rapidement à l'air, et plusieurs essais que nous avons tentés nous permettent de nous ranger à cet avis. Mais nous avons signalé dans une Note antérieure [1] que les larves de *Gordius aquaticus* L. peuvent s'enkyster dans l'eau, et sous forme de kyste, résister pendant plusieurs semaines à l'air humide. Aussi, il nous paraît vraisemblable d'admettre que les Myriapodes Diplopodes, animaux terrestres, herbivores et humicoles,

---

[1] *Comptes rendus*, **181**, 1925, p. 1098.

s'infestent directement en absorbant avec leur nourriture de tels kystes exposés à l'air. Le fait, toutefois, ne peut être démontré que par l'expérience, et nous attendons le résultat d'infections artificielles, tentées sur des Glomeris, qui nous permettront sans doute de nous prononcer à ce sujet.

BACTÉRIOLOGIE. — *Contribution à l'étude des mycétones : Un nouveau cas d'actinomycose à grains jaunes*. Note[1] de MM. **A.** et **R. Sartory**, **Marcel** et **Jacques Meyer**, présentée par M. Calmette.

Il nous a été donné d'opérer un jeune homme de 19 ans présentant une enflure douloureuse de la jambe avec œdème. Après trépanation du tibia au-dessous du tubercule antérieur, nous sommes tombés dans une vaste cavité remplie d'os ramolli et de granulations d'une consistance dure, à surface rugueuse, noyées dans une substance interstitielle visqueuse, épaisse et non homogène ; le tout présentait une coloration jaune sale.

L'examen microscopique nous a fait découvrir des grains de structure radiée, dépourvus de massues, présentant naturellement une teinte jaune et des éléments éosinophiles sphériques, d'aspect homogène ([2]). Ce matériel a été broyé aseptiquement et l'émulsion obtenue a servi pour l'ensemencement. Seul le milieu jus de pomme de terre maltosé nous a donné après 4 à 5 jours des colonies chétives qu'il a fallu réensemencer tous les 4 jours afin d'adapter l'organisme aux conditions culturales. Les cultures ainsi obtenues, examinées en goutte pendante, nous ont montré un mycelium fragile composé de filaments ramifiés par dichotomies successives, mesurant $0^{\mu},3$ à $0^{\mu},6$ de largeur. Des arthrospores de diamètre variant de $0^{\mu},6$ à 1^{μ} étaient visibles. Ces éléments se colorent facilement au moyen des colorants d'aniline ; ils restent colorés par la méthode de Gram et les arthrospores sont nettement acido-résistantes.

Par la présence de grains jaunes, l'absence de massues, la formation d'éléments Gram + et acido-résistants, l'espèce étudiée rentre, suivant la classification de Langeron ([3]), dans le groupe des *Microsiphonées*, genre

---

([1]) Séance du 11 février 1929.

([2]) Les méthodes de coloration employées ont été les suivantes : Méthode de Schlegel au moyen d'éosine et d'hématoxyline ; méthode de Gueguen au moyen du triple colorant.

([3]) Langeron, *Mycétomes* (*Nouveau Traité de Médecine*), 4, p. 445 et suiv. (Paris, Masson, 1925).

Actinomyces Harz, sous-genre des *Euactinomyces*, section des *Parasitici*, sous-section des *Minores*.

Les caractères biologiques étudiés sur les différents milieux peuvent être résumés de la façon suivante : le champignon est une espèce pathogène et son optimum cultural est situé vers + 37°; il ne liquéfie pas la gélatine et ne pousse pas en profondeur sur ce milieu par ensemencement en piqûre; il ne liquéfie pas le sérum coagulé et ne coagule pas le lait, mais produit sur ce milieu une peptonisation lente.

Sur pomme de terre ordinaire et sur gélose il donne des colonies mamelonnées, blanchâtres, prenant un aspect poudreux, gris jaunâtre avec l'âge. Les cultures sur pomme de terre glycérinée et jus de pomme de terre glycériné maltosé présentent un aspect tout à fait caractéristique : colonies de consistance très ferme formant des masses coriaces ressemblant à de petites éponges buissoneuses, à surface irrégulièrement chagrinée; la teinte d'abord brun ocreux, devient plus tard jaune pâle. Le milieu de *Sabouraud* maltosé est très favorable, donnant des colonies en voile compact, d'un blanc de neige ne changeant de teinte que très tardivement. Sur tous ces milieux il ne se produit pas de dégagement gazeux, mais une odeur fétide très caractéristique, perceptible surtout sur les milieux pauvres. En ce qui concerne l'assimilation des hydrates de carbone, nous pouvons exprimer les résultats obtenus par les chiffres suivants : maltose : 6 ; glucose : 4 ; saccharose : 2 ; lactose et lévulose : 0. La production d'indol fait défaut.

Des études sur l'action pathogène expérimentale sont en cours.

Par ses caractères culturaux l'espèce étudiée se rapproche de l'*Actinomyces asteroides* Eppinger (1); (2) elle s'en éloigne par la coloration et la forme des colonies en éponge buissoneuse sur les milieux glycérinés. Nous proposons donc de donner au parasite étudié le nom d'*Actinomyces asteroides*, variété *serratus*.

Sur le malade, nous avons pratiqué un nettoyage de la cavité et un badigeonnage à la glycérine iodoformée à 10 pour 100 au moment de l'opération. L'agent de la maladie ayant été isolé, nous avons pratiqué des injections intraveineuses au moyen d'un produit iodé et prescrit des ingestions

---

(1) EPPINGER, *Ueber eine neue pathogene Cladothrix und eine durch sie hervorgerufene Pseudotuberkulosis* (*cladothrichica*) (*Ziegler's Beitr. z. pathol. Anat. u. z. allg. Path.*, 9, II, 1890, p. 247-287).

(2) A. SARTORY, *Les Champignons parasites de l'homme et des animaux*, p. 765 (Paris, Le François, 1925).

d'iodure de potassium à doses moyennes. Trois mois après l'opération, la radiographie de contrôle permet de voir la disparition complète du foyer de décalcification qui semble remplacé par de l'os normal; la guérison paraît définitive.

Conclusions. — Nous trouvant en présence d'un mycétome actinomycosique dont l'agent a été déterminé par les recherches microscopiques et biologiques, nous sommes en droit de dire qu'il existe des mycoses osseuses actinomycosiques des membres, dont l'infection primaire ne semble pas être en relation avec les cavités digestives et respiratoires et dont l'image radiographique peut prêter à confusion avec une affection tuberculeuse osseuse. Ces cas sont justiciables d'une intervention chirurgicale et d'un traitement iodé.

A 16^h, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à $16^h 30^m$.

E. P.

ERRATA.

—

(Séance du 7 janvier 1929.)

Note de M. *Paul Delens*, Opérations sphériques et congruence paratactique :

Page 128, ligne 5 en remontant, *au lieu de* tenseurs, *lire* torseurs.

(Séance du 14 janvier 1929.)

Observations de M. *Mesnager* au sujet de la Note de M. Baticle :

Page 236, ligne 7, *au lieu de* $4EI\pi^2$ est remplacé par $8EI\pi^2$, *lire* $4\pi^2$ est remplacé par $8\pi^2$; ligne 13, *au lieu de* 4, *lire* k.

(Séance du 21 janvier 1929.)

Note de M. *Paul Delens*, Systèmes de deux cercles et groupes d'opérations sphériques :

Page 294, ligne 11 en remontant, *au lieu de* $<\mathcal{DS}>$, *lire* $<\mathcal{DT}>$.

(Séance du 4 février 1929.)

Note de M. *R. Wavre*, Sur le problème des figures d'équilibre d'une masse fluide hétérogène :

Page 438, ligne 10 et formule (2), *au lieu de* U_D *lire* U_θ. Équation (2), mettre le signe — devant le premier membre. Équation (4), *au lieu de* $\frac{\omega^2}{g}$, *lire* $\frac{g}{\omega^2}$ et *au lieu de* 4, *lire* 2. Supprimer la déduction incorrecte qui suit l'équation (4) jusqu'à la ligne 8 de la page 439.

Page 439, équation (6), *au lieu de* $(q-1)\varepsilon$, *lire* $(q-1)\frac{\varepsilon}{t}$. Ligne 21, *au lieu de* P est le neuvième, *lire* P_q est le $q^{\text{ième}}$. Équations (7), (8), (9), *au lieu de* M, *lire* $\frac{M}{t}$.

(Séance du 25 février 1929.)

Note de M. *Paul Delens*, Géométrie différentielle des sphères et faisceaux de torseurs :

Page 601, dernière ligne, *au lieu de* $\widehat{ab} = 2c^2$, *lire* $\widehat{ab} + 2c^2$.